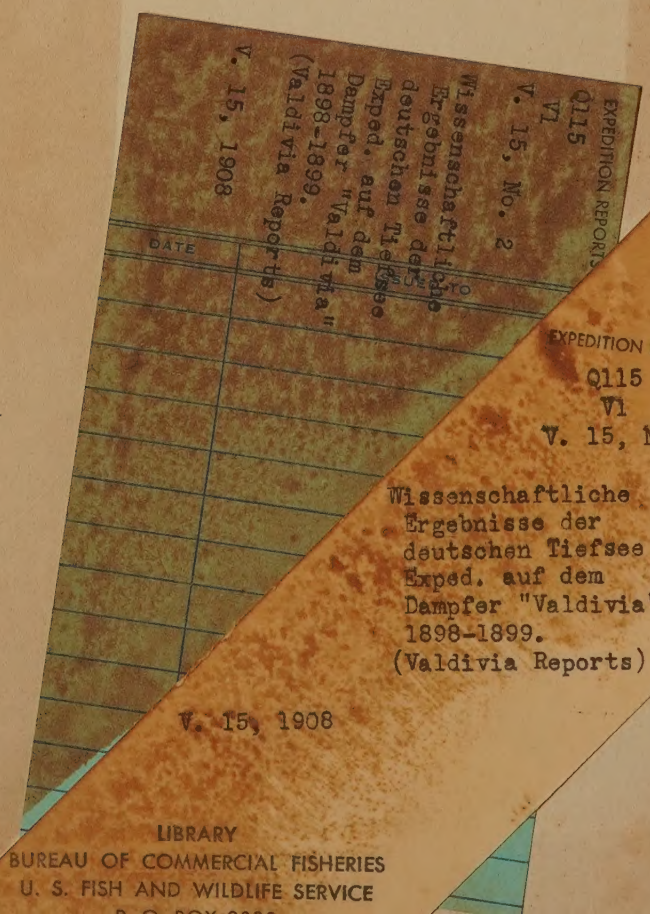
LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS



WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE

DER

DEUTSCHEN TIEFSEE-EXPEDITION

AUF DEM DAMPFER „VALDIVIA“ 1898-1899

IM AUFTRAGE DES REICHSAMTES DES INNERN

HERAUSGEGEBEN VON

CARL CHUN

PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN LEIPZIG

LEITER DER EXPEDITION.

FÜNFZEHNTER BAND.

Mit 42 Tafeln, 2 Karten und 187 Abbildungen im Text.

JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER

1908

Q115
V1
V.15, no.2

1235

Inhalt des fünfzehnten Bandes.

Seite

Die Tiefsee-Fische. I. Systematischer Teil. Von Prof. Dr. AUGUST BRAUER. Mit Tafel I—XVI, 2 Karten und 176 Abbildungen im Text 1

Die Tiefsee-Fische. II. Anatomischer Teil. Von Prof. Dr. AUGUST BRAUER. Mit Tafel XIX—XLIV und 11 Abbildungen im Text 1

LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

Die Tiefsee-Fische.

Bearbeitet

von

Prof. Dr. August Brauer

in Berlin.

II. Anatomischer Teil.

Mit 26 Tafeln und 11 Figuren im Text.

Eingegangen den 4. Mai 1908.

C. Chun.

Einleitung.

Es war ursprünglich meine Absicht, wenn auch nicht die ganze, so doch die Hauptteile der Anatomie gründlich durchzuarbeiten, besonders sollte das Skelet und Nervensystem eingehend behandelt werden. Aber ich habe diesen Plan fallen lassen müssen, weil teils von den interessanten, am meisten umgebildeten Formen zu wenig Exemplare gefangen waren, um sie für eine Untersuchung opfern zu können, teils die Untersuchung noch Jahrzehnte intensiver Arbeit gefordert hätte, hierfür mir aber die Zeit fehlt, weil die Leitung des Zoologischen Museums in Berlin und andere mit ihr in Verbindung stehende Aufgaben meine ganze Kraft und Zeit verlangen. So ist dieser zweite Teil der Bearbeitung nur ein Bruchstück geblieben. Er berücksichtigt hauptsächlich nur die Leuchtorgane und Augen und selbst diese nicht so eingehend, wie ich es selbst gewünscht hätte. Daß diese Organe mich am meisten und zuerst interessiert haben, bedarf keiner Erklärung. Durch die Arbeiten Chun's ist auf sie als diejenigen Organe, welche die auffälligste Beeinflussung durch die Existenzbedingungen, besonders die Lichtverhältnisse der Tiefsee erlitten haben, die Aufmerksamkeit gelenkt worden. Dem Bearbeiter der Tiefseefische mußte ihre Erforschung schon deshalb als eine Hauptaufgabe erscheinen, weil die Valdivia-Expedition ein so reiches und gut konserviertes Material gebracht hatte, wie keine andere Expedition vor ihr.

Die Arbeit zerfällt in zwei Hauptteile, von denen der eine die Leuchtorgane, der andere die Augen behandelt. Ein jeder ist wieder in einen speziellen und allgemeinen Teil gesondert.

Ist sie auch nur ein Bruchstück geblieben, so hoffe ich doch, daß sie für künftige Tiefseeforschungen manche Anregungen und Fragestellungen bringen möge.

Am Schlusse der achtjährigen Arbeit drängt es mich nochmals dem Leiter der Expedition, Herrn Prof. Dr. C. Chun meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen, daß er mir dieses wertvolle Material zur Bearbeitung anvertraut und damit ermöglicht hat, die reichen Anregungen, die ich als Teilnehmer an der unvergeßlichen Valdivia-Fahrt empfangen habe, noch zu vertiefen und mich in die hochinteressanten Tiefseeprobleme einzuarbeiten.

A. Die Leuchtorgane.

Spezieller Teil.

I. Familie: *Sternoptychidae.*

1. *Gonostoma elongatum* Günther.

(Taf. XIX, Fig. 1—16; für die Zahl und Anordnung der Organe vgl. Syst. Teil p. 75, Taf. IV, Fig. 4, Textfig. 27 p. 76.)

Es lassen sich drei verschiedene Arten von Leuchtorganen unterscheiden; zwei von ihnen weichen allerdings weniger durch den Bau als durch die Größe und die damit im Zusammenhang stehende verschieden starke Ausbildung ihrer Teile voneinander ab, die dritte zeigt aber makro- und mikroskopisch einen völlig verschiedenen Charakter. Die ersten beiden Organe kann man ihrer Form nach als becherförmig oder tiefschalig bezeichnen, die eine Art ist sehr klein, punktförmig, die andere groß, mit freiem Auge leicht erkennbar. Die kleinen liegen zerstreut auf dem Kopf und am Rumpf, zum Teil mit Sinnesorganen in Querbinden angeordnet, die großen bilden eine ventrale und eine kürzere laterale Reihe auf jeder Seite des Rumpfes, ferner finden sich mehrere auf der Kiemendeckelmembran (branchiostegale), an der Symphyse des Unterkiefers (mandibulare) und je eines auf dem Kiemendeckel (operculare) und vorn ventral am Auge (orbitale). Die dritte Art ist sackförmig, sie liegen präcaudal dorsal oder ventral jederseits der kurzen Strahlen der Schwanzflosse, je ein Organ ventral von den Organen der lateralen Rumpfreihe, vom opercularen Organ, ventral caudal vom orbitalen und hinter den mandibularen Organen.

1. Kleine becherförmige Leuchtorgane. Sie erscheinen makroskopisch (Taf. XIX, Fig. 4) als runde weißliche, schwarz umränderte Punkte. Durch das letztere Merkmal unterscheiden sie sich von den oft in ihrer Nähe liegenden, ebenfalls sehr zahlreichen Hautsinnesorganen. Wie die Schnitte durch die Haut zeigen, sind diese kleinen Organe (Fig. 8) länger als breit und liegen mit ihrer Längsachse schief zur Oberfläche. Die untersuchten lagen so in der Haut, daß ihre Oeffnung ventrad und etwas nach vorn gerichtet war. Sie sind ganz in das Corium versenkt. Ein Pigmentmantel (*p*) umhüllt sie allseitig außer an der der Oberfläche der Haut zugekehrten Wand, die ich als Oeffnung des Bechers bezeichnen will. Der Pigmentmantel ist von der Pigmentschicht, die der Epidermis unterliegt (*pp*), unabhängig, wie seine scharfen Ränder an der Oeffnung des Bechers deutlich erkennen lassen. Das schwarze Pigment liegt in spindelförmigen Zellen so dicht, daß der Kern und das Protoplasma der Zellen erst nach der Behandlung mit Chlor sichtbar werden.

Der Innenraum des Bechers wird fast ganz von einer Drüse ausgefüllt. Ihre Zellen sind um einen centralen Sinus (cs) geordnet, der lang aber schmal ist und ohne scharfe Grenze allmählich in das engere Lumen eines Ausführungsganges (*af*) übergeht. Dieser zieht gerade zur Oberfläche der Haut und mündet mit trichterförmiger Oeffnung nach außen. Die Wand des Sinus und des Ausführungsganges wird von niedrigen Zellen gebildet, die keinen drüsigen Charakter zeigen. Die eigentlichen Drüsenzellen (*dr*) sind viel größer und birnförmig. Sie sind dicht erfüllt mit Sekretkörnern, die mit Eosin sich rosa färben. Nur die Schicht, die der Wand des Grundes anliegt, ist frei von solchen Körnern, sie erscheint homogen und färbt sich mit Hämatoxylin so intensiv blau, daß der runde Kern, der in dieser Schicht liegt, nur auf dünnen Schnitten erkennbar wird. Die Drüsenzellen sind am Grunde der Drüse in einer Schicht angeordnet und drängen sich mit ihren dünnen Enden zwischen die Epithelzellen des centralen Sinus, gegen den Ausführungsgang und an diesem selbst sind dagegen die Zellen zu kleinen runden Gruppen geordnet, die je näher der Oeffnung, um so kleiner werden. In diesen Gruppen ist ein spaltförmiger kurzer Gang vorhanden, aber er ist nicht mit einem besonderen Epithel wie der Sinus und Ausführungsgang ausgekleidet.

Zwischen dem Pigmentmantel und den Drüsenzellen liegen Bindegewebszellen, von denen einige sich den letzteren eng anlegen und eine dünne Hülle um sie bilden. Von einem Reflektor, von Blutgefäßen und Nerven habe ich innerhalb des Organs nichts finden können. Die trichterförmige Mündung des Ganges war nur an einem Organ erkennbar, bei den andern war sie wahrscheinlich infolge der Abreibung der Epidermis verletzt. Auch in dem abgebildeten Schnitt fehlte letztere jederseits der Mündung, ich habe sie durch die punktierte Linie ergänzt.

2. Große becherförmige Organe. Wenn man die Form eines Organs, z. B. der ventralen Rumpfreihe, nach der Form seines Pigmentmantels (Fig. 5, *p*) auf Schnitten bestimmen will, so hat das Organ wie die kleineren becherförmige Gestalt, und zwar ist der Becher gleich tief wie breit, nur gegen die Oeffnung weitet er sich etwas. In der makroskopischen Betrachtung aber (Fig. 3) ist das Bild ein anderes und zwar dadurch, daß dem eben genannten Pigmentmantel, welcher als Teil des Organs aufzufassen ist, auf der caudalen und medialen Wand noch eine weitere Pigmentschicht sich anfügt. Sie erstreckt sich über den Rand des eigentlichen Bechers noch hinaus; auf der medialen Seite bildet sie, wie der Querschnitt (durch den Rumpf) (Fig. 7, *lp*) zeigt, eine glatte Wand, an der medialen caudalen Ecke aber breitet sie sich, wie der Sagittalschnitt (Fig. 5, *lp*) lehrt, am Ende aus und legt sich wie ein kurzes Schutzdach etwas über die Oeffnung des Bechers. Makroskopisch tritt die Unabhängigkeit dieser accessorischen Pigmentschicht von dem eigentlichen Pigmentmantel des Organs nicht hervor, vielmehr erscheint sie hier wie eine zungenförmige Fortsetzung des letzteren. Auch auf der rostralen Seite findet sich eine accessorische Pigmentwand. Bei den Rumpforganen ist sie aber nur von geringer Ausdehnung, dagegen bei den branchiostegalen ist sie gleich stark und auch gleich geformt wie die caudale und mediale, wie das Totalbild und auch der Sagittalschnitt (Fig. 1, 2, 6, *lp*) zeigt, so daß hier der von der accessorischen Pigmentschicht umgrenzte Teil schornsteinartig dem Becher aufsitzt. Bei den vorderen branchiostegalen Organen ist dieser schornsteinartige Teil gegen den letzteren unter einem rechten Winkel abgeknickt (Fig. 6, *lp*), indem hier der Becher mit seiner Längsachse nicht senkrecht zur Oberfläche liegt wie bei den Rumpf-

organen, sondern ihr parallel gelagert ist. Bei den hinteren Organen dieser Gruppe (Fig. 2) liegen Becher und Schornstein zueinander wie bei den Rumpforganen.

Die Pigmentwände werden wie bei den kleineren Organen von einer größeren Zahl von spindelförmigen Zellen gebildet. Ebenso wird der Innenraum des eigentlichen Bechers zum größten Teil von einer Drüse gebildet, die einen centralen Sinus und einen Ausführungsgang besitzt. Der Sinus ist länglich und verschmälert sich gegen die Oeffnung und geht ohne scharfe Grenze in den Ausführungsgang über. Dieser zieht nicht in gerader Richtung zur Oberfläche, sondern bildet einen S förmigen Bogen, indem er sich zuerst caudad wendet, dann rostrad und schließlich wieder scharf caudad umbiegt (Fig. 5, *af*). Die Mündung ist wieder trichterförmig. Auch makroskopisch läßt er sich in der pigmentfreien Partie des Organs als ein dunklerer Strang verfolgen (Fig. 3). Bei den branchiostegalen Organen, bei denen der Becher und der schornsteinartige Aufsatz im rechten Winkel zueinander liegen, verläuft der Gang diesem Bau entsprechend anfangs parallel der Längsachse des Bechers und biegt dann unter einem rechten Winkel um und zieht in gerader Richtung durch die Mitte des gleich zu erwähnenden Gallertkörpers bis zur Oberfläche. Der centrale Sinus und der Gang sind von einer Schicht von Epithelzellen ausgekleidet, die im ersteren etwas höher sind als im letzteren, sonst aber keinen Unterschied zeigen. Die Drüsenzellen liegen selten nur in einer Schicht dem Sinus direkt an, zumeist bilden sie Schläuche, die radiär um den Sinus angeordnet sind. Auch dem Anfang des Ausführungsganges, soweit er innerhalb der accessorischen Pigmentwand liegt, sind sie angelagert, doch bilden sie hier nur kleine kugelige Gruppen (Fig. 5, 13, *dr*). Die zahlreichen Schläuche sind stets unverzweigt. Im Innern ist ein spaltförmiger Gang, dem die birnförmigen Drüsenzellen mit ihren spitzen Enden direkt anlagern. Je näher die Zellen in jedem Schlauch dem Sinus liegen, um so schmäler und kürzer werden sie und die nächsten drängen sich mit ihren Spitzen zwischen die Epithelzellen des Sinus. Die meisten Zellen zeigen die gleiche histologische Struktur wie die Drüsenzellen der kleinen Organe, das heißt, man kann einen an Sekretkörnern reichen Hauptteil und eine schmale, körnerfreie Wandschicht, in der der Kern liegt, unterscheiden. Gegen den Sinus zu werden die Zellen aber nicht nur schmäler und kleiner, sondern sie entbehren auch der charakteristischen Sekretkörner. Es ist möglich, daß sie die Bedeutung von Ersatzzellen haben, die durch Teilung die nach Erfüllung ihrer Leistungen etwa zerfallenden Drüsenzellen ersetzen, aber irgendwelche Anzeichen für einen solchen Zerfall der großen oder für eine Teilung der kleinen Zellen habe ich nicht auffinden können. Vereinzelt waren wohl Zellen vorhanden, welche ihre Körner entleert hatten, doch schien mir dieses durch künstlichen Druck veranlaßt zu sein. Eine Entleerung des Sekrets dürfte sicher erfolgen, denn sehr oft fand sich im Innern des Sinus und zuweilen auch in den spaltförmigen Gängen der Schläuche solches, aber es war nicht körnig, sondern flüssig, und auch nicht durch Eosin rosa, sondern gelblich gefärbt. Teilungen der fertigen Drüsenzellen habe ich auch nicht gefunden.

Der Drüsenkörper ist zunächst von einer dünnen bindegewebigen Hülle umschlossen; sie dringt auch zwischen die Schläuche ein. Die glatten Kerne ihrer Zellen liegen den Drüsenzellen eng an. Ebenso findet man sie an der Wand des Ausführungsganges. Zwischen dieser Hülle und dem Pigmentmantel liegt ein Reflektor, der merkwürdigerweise die Drüse auch an der pigmentfreien Wand des Bechers, also an seiner Oeffnung überzieht (Fig. 5, *r*). Bei den

Organen der Rumpfreihen liegt ein Reflektor auch auf der medialen Wand im Bereiche der accessorischen Pigmentschicht, wie der Querschnitt (Fig. 7, *r*) zeigt, und bei den branchiostegalen kleidet ein solcher alle Wände des Schornsteins aus (Fig. 6, r^1). Diese letzteren Reflektoren bestehen aus langen glänzenden, faserförmigen Zellen, die schmale Kerne besitzen. Der den Drüsenkörper umschließende Reflektor zeigt dagegen scheinbar einen ganz verschiedenen Bau, der dem Verständnis Schwierigkeiten bereitet. Er erscheint auf den Schnitten als ein regelmäßiges Gitter- oder Maschenwerk, wie aus lauter kleinen dünnwandigen Kästchen aufgebaut. Ich möchte aber glauben, daß es auch hier sich um faserförmige Zellen handelt, die nicht parallel zueinander gelagert, sondern miteinander verflochten sind. Denn an manchen Stellen, besonders am Grunde des Bechers, findet man Uebergänge zwischen der parallelen Anordnung und dem Maschenwerk. Daß Schrumpfungen infolge schlechter Konservierung die verschiedenen Bilder verursacht hat, glaube ich nicht, weil ein solcher Bau sich bei allen Organen von *Gonostoma* findet und mir außer bei wenigen verwandten Formen nicht wieder begegnet ist. Ich halte jedenfalls die beiden Reflektoren nicht für verschiedenartig, sondern nur als verschieden modifizierte Abschnitte eines und desselben Teils. Betrachtet man makroskopisch bei auffallendem Licht die Organe, so glänzt der Reflektor silbern, und zwar erscheint die ganze Oberfläche des Bechers in hexagonale glänzende Felder geteilt (Fig. 3 u. 11). Diese Felderung kann nach meiner Ansicht nur von dem die Oeffnung des Bechers überlagernden Teil des Reflektors herrühren. Wenn dieses der Fall ist und die Deutung dieser Schicht als Reflektor richtig ist, so erscheint ihre Bedeutung für die Wirkung des von der Drüse produzierten Lichtes mir rätselhaft.

Zwischen dem Reflektor und der Epidermis liegt eine breite Schicht von einem gallertartigen Gewebe; ich bezeichne diesen Teil deshalb als Gallertkörper. Nahe dem Becher ist das Gewebe manchmal dichter, als an den andern Stellen; hieran mag aber die Konservierung schuld sein (Fig. 5, 7, 6, 13, *g*). Außen liegt dem Gallertkörper (Fig. 5, *e*) noch eine Schicht platter Zellen an, die ich der Epidermis zurechnen möchte. Sie ist aber wahrscheinlich nicht die ganze Epidermis, sondern es dürfte, wie in den meisten Fällen, der größte Teil abgerieben sein.

Blutgefäße oder richtiger Teile eines Gefäßes findet man bei allen Organen auf den Schnitten, aber fast nur im Gallertkörper (Fig. 5, 6, *bl*), nur in ganz vereinzelten Fällen glaube ich solche auch zwischen den Drüsenschläuchen festgestellt zu haben. Auf keinen Fall dringt eine größere Zahl von Gefäßen in den Drüsenkörper ein. Von Nervenfasern habe ich innerhalb der Organe nicht in einem einzigen Fall etwas finden können.

3. Sackförmige Organe. Während die bisher besprochenen Leuchtorgane im wesentlichen den gleichen Aufbau zeigten, sind diese von ganz anderem Charakter. Makroskopisch (Fig. 10, 11, 14, *dr*) erscheinen sie beim konservierten Tier als weißliche oder gelbliche Massen, die aus einem Konvolut von Strängen scheinbar bestehen. Die präcaudalen, das operculare, orbitale und die mandibularen sind länglich oval, dagegen sind die ventral von den Rumpforganen der lateralen Längsreihe gelegenen rundlich, alle ziemlich stark abgeplattet. An der caudalen Wand der präcaudalen Säcke liegt eine dünne Pigmentschicht, den andern fehlt sie. Weiter zeigen erstere noch den wichtigeren Unterschied, daß sie selbständig sind, nicht, wie alle andern mit einem becherförmigen Organ in enger Verbindung stehen. Weil diese präcaudalen die einfachsten Verhältnisse bieten, will ich sie zuerst besprechen.

Es handelt sich um lange dünnwandige Säcke mit weitem Lumen, aber ohne einen Aus-

führungsgang. Die dünne Wand ist stark nach innen eingefaltet. In ihren Falten liegen zahlreiche Blutgefäße. Die Falten sind kurz, schmal oder breit und tief und so zahlreich, daß das Lumen außerordentlich verengt ist. Da die Säcke seitlich stark abgeplattet sind, so zeigt jeder Frontal- oder Horizontalschnitt Stücke von Falten, die von den nicht angeschnittenen Wänden in das Lumen hineinragen. Ein Verfolgen der Serie läßt keinen Zweifel, daß das Lumen einheitlich ist, wie es die aus mehreren Schnitten kombinierte Fig. 16 zeigt. Das Epithel der Wand (Fig. 15) besteht aus kleinen kubischen Zellen, *dr*, die sich etwas in das Innere des Sackes vorwölben. Der Inhalt der Zellen erscheint dunkel, doch habe ich Sekretkörner nicht in ihnen erkennen können. Da aber im Hohlraum besonders an den Wänden Sekret (Fig. 16) in größerer Menge liegt, so dürften die Epithelzellen wohl als Drüsenzellen zu deuten sein. Zwischen der Pigmentschicht (Fig. 16, *p*), die, wie schon erwähnt wurde, nur an der caudalen Wand entwickelt ist, und dem Sack liegt eine Schicht von langen, faserartigen Zellen, ich halte sie für einen Reflektor. Der ganze Sack ist noch von Bindegewebe umschlossen, doch scheint dieses nicht eine Hülle zu bilden, die der Wand des Sackes direkt anliegt. Wenigstens habe ich Kerne, die sonst ihr Vorhandensein anzeigen, nicht gefunden. Nervenfasern trifft man wohl in der Umgebung, ich habe aber nicht feststellen können, daß sie engere Beziehungen zu dem Organ haben.

Die übrigen sackförmigen Organe weichen im Bau nur insofern von den präcaudalen ab, als die Pigmentschicht und der Reflektor fehlen. Was ihnen aber eine besondere Stellung gibt, ist die eigentümliche Verbindung mit einem großen becherförmigen Organ. Wenn man das operculare Organ makroskopisch betrachtet (Fig. 10), so sieht man, wie ein Strang von der Mitte seiner pigmentfreien Wand zur Spitze eines ventral von ihm liegenden sackförmigen Organs zieht. Wie die Schnitte lehren (Fig. 13), ist dieser Strang nichts anderes als der Ausführungsgang. Er wendet sich aber nicht, wie sonst, direkt zur Oberfläche und mündet dann aus, sondern tritt an der dorsalen Ecke in das sackförmige Organ ein. Bis zu dieser Stelle liegen auch Gruppen von Drüsenzellen dem Gang an. Am ventralen Ende des Sackes geht wieder ein gleich gebauter Gang ab, zieht in gerader Richtung eine ziemlich lange Strecke ventrad und mündet dann wahrscheinlich aus. Da die Epidermis abgerieben und der Schnitt parallel zur Wand des Kiemendeckels geführt war, um die Verhältnisse möglichst klar auf wenigen Schnitten überblicken zu können, so war die Oeffnung nicht zu erkennen. Sowohl im centralen Sinus des becherförmigen wie im Lumen des sackförmigen Organs war Sekret vorhanden. Es ist wohl wahrscheinlich, daß es von beiden Organen stammte, aber es ist infolge der Verbindung auch nicht ausgeschlossen, daß es nur vom becherförmigen Organ entleert ist. Kurz vor der Ausmündung erweiterte sich der Gang noch etwas, sonst zeigte er ganz denselben Bau wie der beide Organe verbindende Gang. Diese Uebereinstimmung drängt schon zu der Vermutung, daß beide Gänge dem becherförmigen Organ zugehören, daß also das sackförmige sozusagen in die Mitte des Ganges eingeschaltet ist. Diese Ansicht mag zunächst wenig begründet erscheinen, da ja dann eine sonderbare Teilung und Verlagerung des Ganges eingetreten sein müßte, aber der Zweifel wird sich abschwächen, wenn man die Verhältnisse bei den Organen der lateralen Rumpfreihe kennen lernt. Das makroskopische Bild gibt hier keine Klarheit, weil mehrere Stränge im Gebiete zwischen beiden Organen sich finden (Fig. 11), nur aus der Lage des Ganges bei andern Organen ist zu schließen, daß der von der Spitze der

accessorischen Pigmentwand abgehende Strang, *af*, der Ausführungsgang ist. Wie die Schnitte zeigen, ist auch sein weiterer Verlauf ein ähnlicher, d. h. er biegt, nachdem er eine Strecke gerade verlaufen ist, unter einem scharfen, fast rechten Winkel ab und mündet dann bald aus (Fig. 12, *af*), aber an der Biegungsstelle hat er noch einen kurzen Seitenast (Fig. 11 u. 12), der mit dem sackförmigen Organ sich verbindet. Aus letzterem führt nun aber kein weiterer Gang wie beim opercularen Organ heraus. Diese Verhältnisse lassen meiner Ansicht nach kaum einen Zweifel darüber, daß der Endteil des Ganges beim opercularen Organ eine weitgehende Verlagerung erfahren hat, wie es oben angenommen war. Die anderen Stränge, welche im makroskopischen Bilde noch erkennbar sind, sind Blutgefäße und Nerven (Fig. 12, *bl* u. *n*). Die Blutgefäße verbreiten sich auch in den Wänden des sackförmigen Organs; der Nerv sendet sicher Aeste in die Falten des letzteren, aber nach den Befunden bei andern sackförmigen Organen ist es mir nicht wahrscheinlich, daß sie eine spezifische Bedeutung für dieses besitzen.

Das orbitale Organ bietet noch neue interessante Eigentümlichkeiten, die den andern fehlen. Vorn unten am Auge (Fig. 9) fällt ein länglicher, nach vorn etwas ausgebogener Pigmentfleck (*p*) auf und zugleich wölbt sich diese Stelle etwas nach außen vor. Ventral schließt sich ein dem Oberkiefer parallel liegendes pigmentfreies längliches Feld an, und in diesem liegt wieder ein sackförmiges Organ (*dr*). In der überlagernden Epidermis sieht man als weißliche Punkte Sinnesorgane (*so*). Vom hinteren Ende des Pigmentflecks geht wieder ein dünner Strang aus, der am dorsalen Ende mit dem sackförmigen Organ sich zu verbinden scheint (Fig. 9). Soweit das makroskopische Bild. Hebt man die oberflächliche Pigmentdecke durch Sagittalschnitte ab, so sieht man unter ihr ein becherförmiges Organ, das nicht genau ventrad, sondern etwas caudad gerichtet ist. Es zeigt ganz den gewöhnlichen Bau, außer in einem wichtigen Punkt. Die Wand nämlich, welche gegen das Auge gelagert ist, ist pigmentfrei, so daß also das vom Drüsenkörper ausgehende Licht nicht nur wie bei den andern Organen nach einer Seite, hier vendrad caudad austreten kann, sondern auch gegen das Auge. Der Ausführungsgang zeigt das gleiche Verhalten wie beim opercularen Organ, d. h. er tritt an der dorsalen Ecke in den Sack ein und am entgegengesetzten Ende wieder aus.

Die mandibularen Organe bieten außer der Verbindung mit je einem sackförmigen keine Abweichungen, der Ausführungsgang verhält sich wie beim orbitalen und opercularen.

2. *Gonostoma denudatum* Rafin.

(Taf. XX, Fig. 1, 2; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 74, Textfig. 26.)

Die becherförmigen Leuchtorgane dieser auch im Mittelmeer verbreiteten Art sind bereits von Ussow (1879), Leydig (1881) und von Chiarini (1900) untersucht worden. Ussow hat irrtümlich im Text (p. 11) die Form als *Astronesthes Martensi* bezeichnet, in der Figurenerklärung gibt er für die zugehörige Fig. 4 auf Taf. I richtig „*Gonostoma denudatum*“ an.

Von allen sind die Organe stets als drüsige Organe bewertet worden. Leydig's Angaben über das makroskopische Bild sind vorzüglich, der innere Aufbau ist am besten von Chiarini, dem die Hilfsmittel der modernen Technik zur Verfügung standen, erkannt. Aber auch Ussow und Leydig haben bereits gesehen, daß der vom Pigmentmantel umschlossene Binnenkörper hauptsächlich aus radiär um eine centrale Höhle angeordneten Drüsenschläuchen besteht, und

daß diese außen von einer bindegewebigen Hülle und weiter von einem Reflektor umgeben sind. Dagegen ist allen die Existenz der sackförmigen Organe und die Eigenart des orbitalen Organs entgangen. Nur Gatti (1903) erwähnt die präcaudalen. Das makroskopische Bild wird kurz richtig beschrieben, ihr Bau aber nicht, weiter aber ist offenbar eine Verwechslung von zwei verschiedenen Formen eingetreten. Denn außer den wenigen Bemerkungen über die sackförmigen Organe paßt die ganze unter „*Gonostoma denudatum*" gegebene Beschreibung und ebenso die zugehörige Fig. 5 und 37 nicht für *Gonostoma*, sondern für *Cyclothone* und zwar wahrscheinlich für *C. signata*.

Die Organe von *G. denudatum* zeigen in der Anordnung, Gestalt und im Bau mit denen von *G. elongatum* so große Uebereinstimmungen, daß schon deshalb an der Zusammengehörigkeit dieser beiden Arten zu einer Gattung trotz des Fehlens der Schuppen bei *G. elongatum* nicht gezweifelt werden kann. Ich kann mich deshalb auch auf die Hervorhebung der Unterschiede im Wesentlichen beschränken.

Soweit ich nach der Untersuchung mehrerer aus Messina erworbener Exemplare, die allerdings nicht gut konserviert waren, sagen kann, sind bei *G. denudatum* nur große becherförmige und sackförmige vorhanden, die bei *G. elongatum* gefundene kleine Form der becherförmigen Organe habe ich nicht nachweisen können. Von den sackförmigen, die für die andere Art erwähnt wurden, sind nur die präcaudalen und das operculare vorhanden, die andern fehlen. Das letztere unterscheidet sich von dem bei *G. elongatum* dadurch, daß es in keiner Verbindung mit dem dorsal von ihm liegenden becherförmigen Organ steht.

Die becherförmigen sind größer als bei *G. elongatum*. Wie schon Leydig und Chiarini angeben, tragen die Becher der branchiostegalen noch einen von einem Pigmentmantel allseitig umschlossenen schornsteinartigen Aufsatz, bei den andern ist von diesem nur auf der medialen caudalen Wand ein Teil entwickelt. Von der Innenseite der medialen Wand scheint ein Reflektor als eine Schicht glänzender Plättchen durch den Gallertkörper durch. Sehr schön tritt auch hier die hexagonale silberglänzende Felderung des die Oeffnung des eigentlichen Bechers bedeckenden Reflektors hervor. Es ist ferner noch hervorzuheben, daß die Rumpforgane unter den Schuppen liegen, diese aber, wie Leydig richtig angibt, keine besondere Modifizierung, linsenförmige Verdickung wie bei *Myctophum* oder dergleichen zeigen.

Der innere Bau zeigt im Vergleich mit der andern Art folgende Unterschiede. Die Drüsenschläuche sind bedeutend zahlreicher, die Drüsenzellen kleiner. Auch hier sind die Drüsenschläuche nicht nur auf den Innenraum des Bechers beschränkt, sondern liegen auch noch außerhalb der accessorischen Pigmentwand (*lp*) und sind enger zusammengeordnet. Eine centrale Höhle und ein Ausführungsgang, die mit einem besonderen Epithel ausgekleidet sind, sind ebenfalls vorhanden, aber der letztere zeigt den wichtigeren Unterschied, daß er blind endet und zwar schon auf der Höhe des ventralen Randes der accessorischen Pigmentwand (Fig. 2). Chiarini hat ihn scheinbar nur bis zur Oberfläche des Bechers verfolgen können, aber bei allen Organen, die ich untersucht habe, reicht er sicher noch eine Strecke darüber hinaus. Daß er aber ausmündet, glaube ich nicht. Denn, wenn auch die Konservierung keine gute war, so hätte er mir bei seinem Verlauf durch den Gallertkörper kaum entgehen können.

Chiarini sagt, der Pigmentmantel sei nur eine eingesenkte Partie der gewöhnlichen Pigmentschicht der Haut. Es ist wohl anzunehmen, daß er von dieser herstammt, aber im aus-

gebildeten Organ stellt er sich entschieden als ein selbständiger Teil des Leuchtorgans dar, denn seine Ränder sind überall scharf abgesetzt. Ebenso kann ich dem Forscher nicht darin beistimmen, daß Nerven in das Organ eindringen. Bei makroskopischer Betrachtung sieht man, wie schon Leydig angibt, in nächster Umgebung Nervenäste verlaufen, besonders bei den branchiostegalen Organen, aber ich habe auf den Schnitten nicht feststellen können, daß sie in das Organ eindringen, vielmehr zogen sie stets, wenn auch nahe der Oberfläche, vorbei.

Nach Gatti sollen die sackförmigen präcaudalen Organe im Bau sich nicht von den becherförmigen unterscheiden. Diese Angabe ist entschieden unrichtig. Sie sind ganz wie die gleichnamigen von *G. elongatum* gebaut.

Das orbitale Organ hat Leydig trotz seiner versteckten Lage wohl erkannt, aber die Beziehungen zum Auge sind ihm entgangen. Es liegt ähnlich wie bei *G. elongatum*. Der Ausführungsgang geht von der Mitte des Bechers ab und behält eine gerade Richtung bei. Das Wichtigste ist, daß die Pigmentwand auf der dorsalen, dem Auge zugewandten Seite fehlt, und da auch die gewöhnliche Pigmentschicht der Haut am ventralen Augenrand eine Unterbrechung zeigt, so kann das vom Organ produzierte Licht sowohl nach hinten und ventrad als auch gegen das Auge entweichen. Der Reflektor ist aber wie bei anderen Organen im ganzen Umfange entwickelt (Fig. 2, *r*).

3. *Cyclothone* G. u. B.

(Taf. XX, Fig. 3—22; über Zahl und Anordnung der Organe vgl. Syst. Teil p. 77ff., Taf. VI, Textfig. 28, 30.)

Die Leuchtorgane von *Cyclothone* sind bisher nur von Gatti (1903) und von v. Lendenfeld (1905) untersucht worden. Ersterer hat wahrscheinlich *C. signata* vor sich gehabt, da die andere im Mittelmeer vorkommende Art, *C. microdon*, kleinere Organe hat als sie die Fig. 37 zeigt. Er bezeichnet den abgebildeten Fisch als einen jungen *G. denudatum*, doch ist dieses sicher falsch. Auch der in Fig. 5 von ihm abgebildete Schnitt durch ein Leuchtorgan paßt nur für *Cyclothone*. v. Lendenfeld hat die Organe von *C. acclinidens* untersucht. Während die Angaben Gatti's, wenn auch nicht erschöpfend, so doch richtig sind, enthält die Beschreibung, die der andere Forscher gibt, viele Fehler. Die Arbeit Gatti's wird von ihm nicht erwähnt.

Von mir sind die Arten *C. signata*, *acclinidens*, *microdon*, *livida* und *obscura* untersucht worden. Die letzte Art nimmt durch die fast völlige Rückbildung der Leuchtorgane eine besondere Stellung in dieser Gattung ein und muß getrennt besprochen werden.

Bei den übrigen haben wir wie bei *Gonostoma denudatum* zwei Formen von Leuchtorganen, becher- und schlauchförmige. Letztere entsprechen in der Lage den sackförmigen jener Gattung. Es sind präcaudale, je ein infra- und supracaudales und ein operculares vorhanden. Während das infracaudale bei allen gleich lang, wenn auch verschieden stark entwickelt ist, zeigt das supracaudale hinsichtlich seiner Ausdehnung Verschiedenheiten, indem es entweder nur im Bereich der kurzen Strahlen der Schwanzflosse sich findet, oder noch rostrad sich weiter bis zum Hinterende der Basis der Rückenflosse sich ausdehnt und selbst noch jederseits ihrer Basis entwickelt sein kann.

Die becherförmigen Organe sind bei den Arten verschieden groß. Wenn man gleich

lange Exemplare miteinander vergleicht, so hat *C. signata* die größten (Taf. XX, Fig. 3), *C. acclinidens* (Fig. 6) die kleinsten, *C. microdon, microdon pallida* (Fig. 4) und *livida* (Fig. 5) etwas größere als *acclinidens*. Bei *C. signata* fallen sie makroskopisch außerdem dadurch noch mehr auf als bei den andern, daß hier die Körperhaut wenig pigmentiert ist, und der Pigmentmantel der Organe durch sie hindurchscheint.

Ferner sind bei einer und derselben Art nicht alle Organe gleich groß. So ist z. B. bei *C. signata* das erste Organ der ventralen Rumpfreihe (Fig. 7a) nur halb so groß als das größte derselben Reihe (Fig. 7b), ebenso sind die letzten Organe dieser Reihe kleiner als die vorhergehenden. Durch diese verschiedene Größe wird der Bau aber nur in bezug auf die Zahl der Elemente eines Organs beeinflußt.

Außer dem orbitalen, das gesondert besprochen werden muß, erscheinen alle bei makroskopischer Betrachtung becherförmig, es fehlt der zungenförmige Fortsatz der Pigmentwand oder der schornsteinartige Aufsatz, den die Organe von *Gonostoma* haben. Nur bei den Organen der lateralen Rumpfreihe, dem opercularen und den branchiostegalen setzt sich der Pigmentmantel auf der medialen Seite noch eine Strecke über den Rand des Bechers ventrad fort. Die vom Pigment freie Oeffnung des Bechers ist noch von einer durchsichtigen Hülle bedeckt, die auf der medialen Seite bei den genannten Organen ebenfalls wie der Pigmentmantel ventrad weiter hinabreicht als auf den anderen Seiten. Die Oeffnung ist stets ventrad oder etwas laterad gestellt. Sie gewährt aber keinen Einblick in das Innere, denn sie ist überdeckt von einer silberglänzenden Schicht, die hexagonal gefeldert ist. Die Größe der Felder ist bei allen Organen desselben Tieres ziemlich gleich (Fig. 7) aber ihre Zahl ist verschieden. So z. B. zeigte das erste Organ der ventralen Rumpfreihe von *C. signata* (Fig. 7a) nur 10—12, dagegen das größte derselben Reihe etwa 30. Bei genauerer Betrachtung sieht man aber weiter, daß diese glänzende Schicht nicht nur die Oeffnung des Bechers bedeckt, sondern auch noch auf die Seitenwände sich fortsetzt.

Das mikroskopische Bild ist folgendes. Die Organe liegen ganz in das Corium versenkt, mit ihrer Oberfläche aber der Epidermis dicht angelagert. In den ventralen Rumpfreihen steht ihre Längsachse senkrecht oder fast senkrecht zur Oberfläche der Haut, dagegen an anderen Stellen schief und zwar um so schiefer je mehr lateral die Organe liegen (Fig. 8, 10), oder man kann auch sagen, die Längsachse des Organs steht in jeder Lage parallel zur Medianebene des Tieres. Man kann zwei Teile an jedem Organ unterscheiden, den eigentlichen Becher und einen ihm ventral vorgelagerten äußeren Teil. Der erstere ist außer an seiner Oeffnung, die stets ventral liegt, von einem Pigmentmantel umschlossen (Fig. 8, *p*), der äußere Teil ist nur auf der medialen Wand von einer Pigmentschicht ausgekleidet, die um so größer ist, je mehr lateral das Organ gelegen ist; am größten ist sie bei den branchiostegalen Organen (Fig. 10), bei denen sie länger ist als die Längsachse des Bechers. Da der Pigmentmantel des Bechers stets eine geschlossene Schicht ist, die Pigmentschicht des äußeren Teils dagegen weniger zusammenhängend sich zeigt wie das gewöhnliche Hautpigment, und beide weiter in den meisten Fällen (Fig. 10) voneinander getrennt sind, so möchte ich beide zwar nicht ihrem Ursprung nach, aber am ausgebildeten Organ als zwei selbständige Teile desselben auffassen. Die Pigmentzellen des Bechers sind spindelförmig, zahlreich und eng zusammengefügt. Ihre Kerne sind länglich (Fig. 9, *p*).

Der Becher wird zum größten Teil von einer Drüse ausgefüllt. Ihre Zellen sind birn-

förmig, bei *C. signata* entsprechend dem größern Umfang der Organe größer als bei den andern Arten (Fig. 8 u. 10), aber sonst von völlig gleichem Bau. Ihr Inhalt besteht zum größten Teil aus Sekretkörnern, die mit Eosin sich rosa färben; sie fehlen nur an der der Spitze der Zelle gegenüberliegenden Wand, die mit einer dünnen, mit Hämatoxylin tiefblau sich färbenden homogenen Schicht ausgekleidet ist. In dieser oder seltener auf der Grenze der beiden Teile liegt der runde Kern. Die Zellen bilden die Wand von radiär gestellten Schläuchen, die in ihrer ganzen Länge ein spaltförmiges Lumen besitzen. Alle Schläuche münden in einen gemeinsamen Sinus ein. Er ist durchweg excentrisch gelegen, und zwar der dorsalen Wand des Bechers näher als der ventralen. Infolge dieser Lage sind die Schläuche verschieden lang, je näher der dorsalen Wand, um so kürzer, und an dieser selbst bilden die Drüsenzellen keine Schläuche mehr, sondern liegen in einfacher Schicht dem Sinus direkt an. Ventrad zieht sich der Sinus spitz aus und geht hier in einen Gang über (Fig. 8). Er ist schmal, zieht zwischen den Drüsenschläuchen hindurch zur Oberfläche des Bechers, aber bei den Organen nicht in derselben Richtung. Bei den branchiostegalen (Fig. 10) durchsetzt der Gang den Becher in der Mitte, durchdringt dann weiter in gleicher Richtung die bindegewebige Hülle, den Reflektor, den linsenförmigen Körper und durchzieht dann noch den Gallertkörper eine Strecke, biegt dann etwas um und endet in diesem blind. Im opercularen Organ wendet er sich bereits, wenn er den Reflektor erreicht hat, mediad, durchzieht also diesen und den linsenförmigen Körper in schräger Richtung. Bei den übrigen Organen wendet sich der Gang vom Sinus ab sogleich schräg gegen die mediale Kante, durchbricht die bindegewebige Hülle, den Reflektor und auch den Pigmentmantel (Fig. 8 u. 9) und tritt dann in den Gallertkörper ein, endet hier aber sehr bald, schon an der Wand des linsenförmigen Körpers, blind. Da der Gang stets mediad verläuft, so konvergieren mithin die Gänge eines jeden Paares der Rumpfreihen. Der Sinus und der Gang sind mit einem Epithel ausgekleidet, das des ersteren besteht aus Cylinderzellen, beim Uebergange in den Gang werden sie niedriger und im Gang platt. Sie sind mit einem feinkörnigen Plasma ausgefüllt. Der Gang endet, wie gesagt, blind, mit einer stärkeren keulenförmigen Anschwellung, die ich stets kompakt gefunden habe. Trotz genauer Durchmusterung vieler Schnittserien habe ich niemals ein Anzeichen dafür gefunden, daß der Gang noch weiter, als angegeben wurde, gegen die Oberfläche sich erstreckte oder gar hier ausmündete. Auch wenn das letzte Ende sehr schmal wäre, so hätte es doch kaum in allen Fällen sich der Beobachtung entziehen können, da seine Zellen von denen des umgebenden Gallertgewebes besonders durch die Färbung und Größe ihrer Kerne sehr deutlich sich abheben. In den spaltförmigen Gängen der Schläuche habe ich zuweilen (z. B. Fig. 8, links im Bilde) und im Sinus in der Regel eine größere homogen und gelblich erscheinende Sekretmasse (Fig. 8) gefunden.

In dem dem Sinus angrenzenden Teile der Drüsenschläuche findet man (Fig. 8, 10) Zellen anderer Art. Manchmal ähneln sie den Epithelzellen des Sinus, manchmal erscheinen sie heller. Von den Drüsenzellen unterscheiden sie sich durch ihren Mangel an Sekretkörnern und durch das Fehlen der homogenen Wandschicht. Indessen können sie nur den Drüsenschläuchen, nicht dem Epithel des Sinus zugerechnet werden. Denn einmal schließen sie sich in ihrer Lage direkt den Drüsenzellen an, sie bilden das Ende der Schläuche, manchmal nur ein kurzes Stück, manchmal aber auch ein längeres, und dann findet man Uebergänge zwischen ihnen und den Drüsenzellen. Ich möchte sie für Bildungs- oder Ersatzzellen für die Drüsenzellen halten.

Der Drüsenkörper ist von einer dünnen bindegewebigen Hülle umgeben, die auch zwischen die Schläuche Fortsätze sendet, wie ihre platten, den Drüsenzellen eng anliegenden Zellen verraten. Der ganze Binnenraum des Bechers ist mithin durch diese Septen in Fächer geteilt, in denen die Drüsenschläuche liegen. Zwischen dieser Hülle und dem Pigmentmantel findet sich ein Reflektor. Er umschließt wie bei *Gonostoma* den ganzen Becher, auch also sonderbarerweise auf der pigmentfreien Wand der sogenannten Oeffnung. Ueber seinen Bau habe ich nicht volle Klarheit gewinnen können. Nach dem Bilde, das Querschnitte (Fig. 10, *r*) bieten, scheint er aus leeren rundlichen Kästchen oder Röhren zu bestehen, in deren schmalen Wänden der platte Kern liegt. Aber auf Grund des Studiums vieler nach den verschiedensten Richtungen geführter Schnitte möchte ich annehmen, daß es sich um sehr dünne und vielleicht stark abgeplattete Fasern (Fig. 11) handelt, die zu einem Maschenwerk verflochten sind. An der Bildung eines jeden Kästchens würden mithin immer mehrere Zellen beteiligt sein. Ich komme besonders deshalb zu dieser Ansicht, weil der Reflektor sehr verschieden sich darstellt, manchmal jenes Bild regelmäßiger ovaler Kästchen darbietet, wie es besonders an der Oeffnung des Bechers der Fall ist, manchmal aber diese Maschen sehr schmal ausgezogen sind und dann das Bild ein ähnliches ist, wie es ein Reflektor, der sicher nur aus Fasern besteht, bietet. Die Fasern erscheinen glänzend und homogen. Der eigentümliche Bau des Reflektors über der Oeffnung des Bechers ist es, der die silberglänzende hexagonale Felderung bedingt, die bei makroskopischer Betrachtung einem auffällt.

Der Oeffung des Bechers ist außen vom Reflektor noch eine Schicht pallissadenförmiger Zellen vorgelagert. Sie sind spitz kegelförmig, die Spitze aller ist gegen die Epidermis gerichtet (Fig. 10, *l*). In der Regel (Fig. 9, *l*) sind sie in der Mitte der Schicht etwas höher, mitunter konvergieren die lateral gelegenen mit ihren Spitzen gegen die gerade stehenden centralen Zellen. Der Kern liegt stets basal. Der Zellinhalt erscheint homogen und färbt sich mit Eosin schwach rosa. Die Schicht ist im Leben durchsichtig, da der Reflektor durch sie hindurchscheint. Daß dieselbe mit der oben erwähnten Felderung etwas zu tun hat, ist ausgeschlossen, weil die Zahl der Pallissadenzellen viel größer und ihr Querschnitt kleiner ist als die der hexagonalen Felder. Ich nehme an, daß diese Schicht als ein lichtbrechender Körper aufzufassen ist, und bezeichne sie als linsenförmigen Körper. In den meisten Organen ist sie durch eine dünne zellige Hülle, die nach meiner Ansicht nur als Fortsetzung der bindegewebigen Hülle des Bechers zu betrachten ist, bedeckt, und da man ähnliche platte Kerne auch zwischen den Pallissadenzellen findet, so ist anzunehmen, daß sie zwischen diese noch Fortsätze sendet. In den branchiostegalen Organen habe ich sie vermißt.

Zwischen dem linsenförmigen Körper und der Epidermis liegt endlich noch als letzter Teil der Gallertkörper. Seine äußere Umgrenzung ist gegeben durch den äußeren Rand des Pigmentmantels auf der lateralen Seite und durch den der accessorischen Pigmentschicht auf der medialen Seite, seine Gestalt ist etwa die eines Cylinders, der schräg abgeschnitten ist. Er besteht aus durchsichtigem Gallertgewebe und ist auch von der bindegewebigen Hülle umschlossen.

Jedes Organ wird von einem Blutgefäß versorgt, das stets in derselben Weise dasselbe durchzieht. Es dringt auf der lateralen Seite an der Grenze zwischen dem Drüsenkörper und dem Rande des Pigmentmantels ein, verläuft zwischen zwei Drüsenschläuchen bis zum Sinus und wendet sich nach einer der Eintrittsstelle gerade gegenüberliegenden Stelle an der medialen

Seite und tritt hier wieder aus (Fig. 8). Wo der Ausführungsgang vom Sinus schräg mediad zieht, verläuft das Gefäß in der zweiten Hälfte neben ihm. In keinem Falle habe ich eine Verzweigung desselben innerhalb des Bechers feststellen können, sondern immer nur den fast spitzwinkligen Bogen getroffen.

Daß Nervenfasern in das Organ eindringen, habe ich trotz sorgfältiger Durchmusterung der Präparate nicht feststellen können.

Wie schon erwähnt, sind die beschriebenen Organe auch von Gatti und v. Lendenfeld untersucht worden. Gatti's Angaben sind zwar kurz und gehen wenig ins Einzelne, aber die Zusammensetzung des Organs ist richtig erkannt. Dagegen sind — vielleicht infolge einer ungenügenden Konservierung der Objekte — die Angaben des andern Forschers auch in wichtigen Punkten zum größten Teil falsch. Den centralen Hohlraum und den Ausführungsgang und den Reflektor hat er übersehen. Falsch ist die Angabe, daß das Blutgefäß an der dorsalen Wand in das Organ eindringt. Die Anordnung der Drüsenzellen zu Schläuchen ist nicht erkannt worden. Der von ihm erwähnte leere Raum zwischen dem Drüsenkörper und dem linsenförmigen Körper ist sicher durch Schrumpfung entstanden.

Von den gleich zu besprechenden Organen hat keiner der beiden Forscher etwas berichtet.

Das erste Organ, welches eine besondere Besprechung verdient, ist das orbitale, wie ich es wegen seiner Beziehungen zum Auge bezeichnet habe. Garman (1899) erwähnt es zum erstenmal. Für *C. signata* erwähnt er (p. 246) es bei der Aufzählung der Leuchtorgane. Bei *C. acclinidens* (p. 248) bemerkt er: „A round black spot above the maxillary below the forward part of the eye." Gatti's und v. Lendenfeld's Figuren vom ganzen Fisch zeigen zwar auch diesen Pigmentfleck, im Text wird er aber nicht erwähnt. Die Beziehungen zum Auge habe ich zuerst (1904 Fig. 12) beschrieben. Die makroskopische Betrachtung des Fisches zeigt vorn am ventralen Rande des Auges nur einen rechteckigen schwarzen Fleck, der ventral in einen etwas caudad gerichteten Fortsatz ausläuft (Fig. 21). Der dorsale Rand erstreckt sich noch etwas über die Cornea. Bei schärferem Zusehen erkennt man, daß hier ein schmaler Streifen des Pigmentfleckes von ihm abgesondert ist. Vom eigentlichen Organ ist nichts zu sehen. Am besten orientieren über die Besonderheiten des Organs schräge Querschnitte, welche das Organ und Auge zugleich treffen (Fig. 16, 17). Abgesehen von der verschiedenen Größe ist dieses Organ im Wesentlichen bei allen Arten von *Cyclothone* gleich gestaltet und gleich gelagert. Die wichtigsten Unterschiede, welche es im Vergleich mit andern becherförmigen Organen zeigt, sind 1. daß der Becher sich gegen das Auge, also dorsad öffnet, und 2. daß der linsenförmige Körper und wahrscheinlich auch der Reflektor fehlen.

Bei der Untersuchung der Schnitte wird als erster Unterschied auffallen, daß das Organ scheinbar umgekehrt liegt wie alle andern. Auf der dorsalen Seite ist der Pigmentmantel geöffnet, auf der ventralen dagegen ist die Oeffnung, so bei *C. livida* und *microdon* verengt, oder fehlt ganz. In dem ersteren Fall ist er röhrenförmig, im letzteren hat er die Gestalt einer Tüte, deren Spitze ventrad gerichtet ist, das Licht kann also sowohl dorsad wie ventrad entweichen oder nur gegen das Auge. Da der Sinus excentrisch näher der dorsalen Wand liegt und der Ausführungsgang ventrad zieht, beide also dieselbe Lage haben wie in allen andern becherförmigen Organen, so kann das Organ sich nicht etwa gedreht haben, sondern es hat sich nur die gewöhnliche ventral liegende Oeffnung fast oder ganz geschlossen und eine neue an der

dorsalen Seite gebildet. Ventral ist noch ein Gallertkörper entwickelt, aber dorsal hat sich ein neuer gebildet, der mächtiger ist als der anderer Organe. Gegen die Oberfläche verdichtet sich das Gewebe, so daß es erscheint, als ob noch eine besondere Schicht dem Gallertkörper auflagere. Bei *C. livida* und *microdon* habe ich diese Differenzierung vermißt. Das Fehlen des linsenförmigen Körpers ist leicht verständlich, da mit dem Schluß der Oeffnung er bedeutungslos geworden ist. Ob der Reflektor vollständig fehlt, kann ich deshalb nicht mit voller Sicherheit behaupten, weil der Pigmentmantel sehr dicht dem Drüsenkörper anliegt und sich nicht entscheiden läßt, ob die zwischen beiden liegenden Fasern allein der bindegewebigen Hülle zuzurechnen sind oder einige auch dem Reflektor. Auf jeden Fall ist er stark reduziert.

Auf der Außenseite des Pigmentmantels liegt zunächst eine schuppenartige knöcherne Lamelle, welche offenbar zum Schutze des Organs dient. Ihr ist es zuzuschreiben, daß selbst bei ziemlich stark geschundenen Exemplaren das orbitale Organ trotz seiner exponierten Lage erhalten ist. Dann liegt hier noch eine interessante Bildung, die auch makroskopisch erkannt werden kann. Es ist nämlich dorsal dem Pigmentmantel eine besondere Pigmentplatte angelagert. Sie greift über den dorsalen Rand des erstern noch hinaus und überwölbt so noch etwas die Oeffnung des Organs (*lp*). Die Bedeutung dieser accessorischen Platte ist offenbar die, daß sie den Pigmentmantel in seiner Wirkung noch verstärkt, d. h. den Abschluß nach der Seite vervollkommnet und bewirkt, daß das Licht nicht seitlich entweichen kann, sondern ganz gegen das Auge geleitet wird. Wie die Figuren erkennen lassen, muß es infolge seiner starken Vorwölbung und der tiefen Lage des Auges den vordern Teil der Linse bestreichen und somit in das Auge gelangen.

Die zweite Art von Organen, welche bisher unbeachtet geblieben sind, sind die schlauchförmigen, welche sich infra- und supracaudal bei allen Arten außer *C. signata* und weiter auf dem Kiemendeckel ventral vom opercularen becherförmigen Organ bei allen außer *C. signata* und *obscura* finden. Bei konservierten Tieren fallen die präcaudalen als weißliche Massen oder als pilzartige Ueberzüge bei *C. acclinidens* und *livida* sehr auf, während sie bei *C. microdon* und *microdon pallida* infolge geringerer Entwicklung erst bei Lupenbetrachtung erkannt werden und bei *C. obscura* sogar erst auf den Schnitten ihr Vorhandensein festgestellt werden kann. Wie ich schon im systematischen Teil dargelegt habe, geben diese Organe infolge ihrer verschieden starken Ausbildung gute Merkmale für die Unterscheidung der Arten ab, zumal sie schon früh, gleichzeitig mit den Leuchtorganen, also schon bei 0,9—1 cm langen Tieren angelegt werden. Bei makroskopischer Betrachtung stellt sich diese Drüsenmasse bei *C. acclinidens* wie ein stark verfilztes Geflecht dar. Neben der Rückenflosse und ebenso im Bereich der kurzen Strahlen der Schwanzflosse besteht sie deutlich aus zwei gesonderten Hälften, aber in der dazwischen liegenden Partie berühren die beiderseitigen sich so eng, daß sie nur wie eine einzige Masse erscheinen. Bei *C. microdon*, wo sie viel weniger dicht ist, besteht sie aus einzelnen durcheinander gewundenen, dünnen Schläuchen, und noch deutlicher ist diese Zusammensetzung bei dem opercularen Organ, hier scheint es nur ein einziger langer stark gewundener Schlauch zu sein. Schnitte jeder Richtung durch die präcaudalen zeigen stets eine große Zahl; sie winden sich auf und ab und seitwärts, und es läßt sich nicht entscheiden, ob alle Schläuche zusammenhängen oder ob es sich um mehrere voneinander getrennte handelt. Bei *C. acclinidens* und *livida* sind sie dorsalventral stark abgeplattet, bei den andern Arten ist der Durchmesser überall fast derselbe.

In allen Fällen handelt es sich um enge schlauchförmige Organe. Ein Ausführungsgang konnte in keinem Falle nachgewiesen werden. Sie liegen im Corium; entweder sind sie wie bei *C. microdon* und *microdon pallida* von einer Pigmentschicht unterlagert oder nicht wie bei *C. acclinidens*. Sie scheinen nicht von einer bindegewebigen Hülle umschlossen zu sein. Bei den ersteren beiden Arten wird die Wand von kubischen Zellen gebildet, die in das hier enge Lumen sich vorwölben. Der Kern ist groß, rund. Der Zellinhalt wird in vielen Fällen von groben, sich mit Eosin stark färbenden Körnern gebildet, in andern Fällen sind die Körner viel kleiner oder fehlen ganz. Da man dann aber sehr oft die Körner im Lumen findet, so mögen hier vielleicht die Zellen geplatzt sein. Blutgefäße finden sich bei diesen beiden Formen und ebenso bei *C. obscura* nicht.

Ganz anders ist in dieser Beziehung das Bild, das Schnitte durch die schlauchförmigen Organe von *C. acclinidens* und *livida* gewähren. Hier ist die Wand von Blutgefäßen außerordentlich reich umsponnen und auf allen Seiten stark nach innen eingefaltet. Die Schnitte schneiden solche Falten oft an, und dadurch entsteht das Bild, daß in dem Lumen der Schläuche noch kleinere liegen. Vielleicht hängt mit dieser engen Anlagerung der Blutgefäße zusammen, daß die Wandzellen bei diesen Arten viel niedriger sind (vgl. Fig. 12, 13). Aber auch in ihnen sind Körner nachzuweisen. Ebensolche liegen im Lumen und dürften wohl auf Entleerung der Zellen zurückzuführen sein.

Nervenfasern findet man wie an anderen Stellen der Haut auch hier in der Umgebung dieser Schläuche. Daß sie aber engere Beziehung zu ihnen gewinnen, habe ich nicht feststellen können.

Endlich bietet die Art *C. obscura* noch eine sehr interessante Erscheinung, bei ihr sind nämlich die Leuchtorgane rudimentär ausgebildet. Die präcaudalen Drüsenschläuche sind nur kümmerlich entwickelt, makroskopisch nicht erkennbar. Die becherförmigen Organe des Rumpfes und auch das operculare fehlen ganz, wenigstens habe ich von ihnen weder makroskopisch noch auf Schnitten etwas von ihnen entdecken können. Das orbitale und die branchiostegalen Organe sind vorhanden, aber nur sehr klein. Während das erstere sonst so leicht am Tiere auffällt, ist es hier kaum abzugrenzen. Allerdings wird dieses auch noch dadurch erschwert, daß die Haut in nächster Umgebung des Organs stark pigmentiert ist. Die branchiostegalen heben sich nur als minimale schwarze Punkte von der sonst wenig pigmentierten Membran ab. Auch auf Grund ihres Baus muß man sie als rudimentär beurteilen. Die Drüsenzellen (Fig. 18) sind spärlich und nicht zu Schläuchen angeordnet; die histologische Differenzierung scheint nicht voll ausgebildet zu sein. Die Sekretkörner sind zwar vorhanden, nehmen, mit Eosin behandelt, aber nur einen schwachen Ton an, die basale, mit Hämatoxylin sich tiefblau färbende Schicht fehlt ganz. Auffallend stark entwickelt im Verhältnis zur Größe des Organs erscheint der Ausführungsgang (*af*). Sein Lumen ist eng, zum Teil nicht erkennbar, nur nahe dem blinden Ende wird es etwas weiter. Der Pigmentmantel ist vorhanden und zeigt die gewöhnliche Gestalt, ebenso ist die bindegewebige Hülle deutlich. Als Reflektor ist vielleicht eine Schicht von Fasern zu deuten, welche den Becher umschließt und besonders auf der pigmentfreien Seite regelmäßiger entwickelt ist. Der Gallertkörper zeigt nichts Abweichendes, dagegen fehlt ganz der linsenförmige Körper.

Das orbitale Organ zeigt ein ganz ähnliches Bild, nur ist der Eindruck, daß man es mit einem in Rückbildung begriffenen Organ zu tun hat, noch stärker (Fig. 19, 20). Die Drüsenzellen

verdienen kaum mehr diese Bezeichnung. Der Ausführungsgang ist auch hier auffallend stark und lang, er endet meist mit einer blasenförmigen Auftreibung. Die Größe des Organs schwankt bei gleich großen Exemplaren, was auch für rudimentäre Organe charakteristisch ist. Die Beziehungen zum Auge sind kaum mehr erhalten. Zwar war manchmal die dem Auge zugewandte Seite pigmentfrei, in andern Fällen war aber auch hier wie auf der lateralen Seite eine Absperrung durch Pigment eingetreten, außerdem liegt das Organ so weit rostad vom Auge, daß kaum mehr das Licht, wenn solches überhaupt noch entwickelt wird, das Auge erreichen dürfte. Von einem Reflektor und Gallertkörper habe ich nichts gesehen.

4. *Diplophos taenia* GÜNTHER.

(Taf. XXI, Fig. 1—8; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 89, Textfig. 36.)

Der Größe und Gestalt nach könnte man drei verschiedene Arten von Leuchtorganen bei diesem Fisch unterscheiden, der Bau scheint aber bei allen im wesentlichen derselbe zu sein. Die kleinsten Organe erscheinen becherförmig (Fig. 2), die mittelgroßen, welche z. B. in der dritten lateralen Rumpfreihe liegen (Fig. 1) sind um das Doppelte länger als jene, ferner ist durch eine schwache Ringfurche eine dorsale von einer ventralen Hälfte oder ein Bauchteil von einem Halsteil am Becher zu unterscheiden; der Pigmentmantel des Halsteils ist aber nicht allseitig geschlossen, sondern auf der lateralen Wand greift die Oeffnung des Bechers noch in Gestalt eines Schlitzes in diese eine Strecke weit ein. Die Ränder des Schlitzes sind stark ausgefranst. Die Organe der ventralen Rumpfreihe und die branchiostegalen bilden eine dritte Form. Sie sind die größten. Bei ihnen ist die Ringfurche schärfer ausgebildet. Bei den branchiostegalen ist der Halsteil gegen den Bauchteil rostrad abgebogen (Fig. 3), bei den Rumpforganen ist dieses nicht der Fall. Bei allen ist durch die Oeffnung der Binnenkörper als grauweißliche Masse erkennbar, vom Reflektor ist dagegen nichts zu erkennen.

Der Darstellung des inneren Baus will ich ein branchiostegales Organ (Fig. 4) zugrunde legen. Der abgebildete Schnitt ist parallel der Branchiostegalmembran, also fast sagittal durch den Kopf geführt. Während die äußere Gestalt wegen ihrer Aehnlichkeit mit den gleichen Organen von *Gonostoma elongatum* einen ähnlichen Aufbau erwarten ließ, zeigten die Schnitte in manchen Punkten ein sehr verändertes Bild. Infolge der Einschnürung kann man, wie schon erwähnt, einen dorsal gelegenen Bauchteil und einen ventralen Halsteil unterscheiden. Der Pigmentmantel (*p*), der bis auf den genannten Schlitz und die ventrale Oeffnung beide völlig umschließt, erscheint einheitlich, nur auf der rostralen Seite in der Furche ist eine kleine Lücke, aber ich glaube nicht, daß man deshalb den Pigmentmantel des Halsteils als eine besondere, von dem des Bauchteils unabhängige Bildung auffassen darf. Der Mantel wird von einer großen Zahl von spindelförmigen Zellen gebildet. Der Binnenkörper des Organs besteht zum größten Teil aus einer Drüse. Sie läßt drei Teile unterscheiden. Ein proximaler liegt ganz im Bauchteil, ein distaler ganz im Halsteil und ein centraler (*l*) zwischen ihnen in beiden Abschnitten. Der proximale und centrale sind äußerlich nicht voneinander abgegrenzt, dagegen ist zwischen dem distalen und centralen eine scharfe äußere Grenze vorhanden, indem der erstere kuglige Gestalt besitzt, der letztere dagegen gegen ihn viel schmäler wird. Auffallenderweise ist der

Bau des proximalen und distalen Teils ganz derselbe, dagegen der des centralen verschieden, so daß dieser wie ein fremdes Stück zwischen jene eingeschoben erscheint. Die Zellen der ersten beiden (*dr* und *dr*[1]) sind echte Drüsenzellen. Sie sind kegelförmig, zum Teil sehr lang. Sie liegen in einer einfachen Schicht um einen centralen Sinus. Der Zellinhalt besteht fast ganz aus Sekretkörnern, die durch Eosin rot gefärbt werden, nur eine dünne basale Wandschicht, in der der Kern liegt, ist körnerfrei und färbt sich mit Hämatoxylin tiefblau.

Ganz anders erscheinen die Zellen des centralen Teils. Zwar sind sie auch kegelförmig oder schmal cylindrisch und begrenzen, in einer Schicht liegend, mit den Sinus, aber ihre histologische Struktur ist ganz verschieden. Fast die ganze Zelle ist mit einer homogenen, sich wenig färbenden Masse erfüllt, der Kern liegt basal. Wenn auch die Zellen der drei Teile eng aneinander stoßen, so findet man doch keine Uebergänge zwischen den zuerst geschilderten Drüsenzellen und diesen. Allerdings muß ich hervorheben, daß ich nur ein 3,9 cm langes Tier untersuchen konnte, da das andere 5,9 cm lange Exemplar nicht günstig konserviert war. Man möchte die Zellen des centralen Teils vielleicht zunächst als Ersatzzellen auffassen, doch spricht dagegen ihre verschiedene Differenzierung. Wegen ihrer Lage wird man sie zweifellos den andern Drüsenzellen genetisch zurechnen müssen. Ich fasse sie als einen lichtbrechenden Teil auf und bezeichne ihn als linsenförmigen Körper. Die Lage ist zwar sehr eigentümlich, aber auch in den Leuchtorganen anderer Fische ist dieser Körper nichts anderes als ein modifizierter Teil des Drüsenkörpers.

Alle drei Teile werden vom Sinus durchzogen, er ist am breitesten im proximalen und distalen Teil und in beiden etwas excentrisch gelegen. Nicht an der ventralen Seite, sondern von der lateralen caudalen Wand des distalen Abschnittes geht ein Gang ab, der bald ventrad sich wendet, in den Gallertkörper eindringt und dann schräg caudad zur Oberfläche zieht und wahrscheinlich hier ausmündet. Da die Epidermis hier verletzt war, konnte ich den letzteren Punkt nicht sicher entscheiden. Das Epithel des Ganges wird von Zellen gebildet, die anfangs noch drüsigen Charakter zeigen, bald aber indifferent erscheinen. Im Lumen des Sinus fand sich Sekret, das nicht körnig, sondern homogen aussah. Es färbte sich gelblich. Das Sekret scheint von den Zellen allmählich abgesondert zu werden, da ich für eine Entleerung durch Zerfall der Zellen keine Anzeichen gefunden habe.

Der Drüsenkörper wird von einer bindegewebigen Hülle, die auch auf den Gang sich fortsetzt, umschlossen. Zwischen ihr und dem Pigmentmantel liegt ein Reflektor. Soweit der Halsteil vom Pigmentmantel umgeben ist, ist auch jener entwickelt. Hier besteht er aus langen, einander parallel gelagerten faserförmigen Zellen, dagegen im Bauchteil bietet er wieder dasselbe Bild wie bei *Gonostoma* und *Cyclothone*, d. h. er scheint aus aneinander gereihten Kästchen zu bestehen, aber da man Uebergänge findet, so möchte ich glauben, daß auch hier das Bild nur durch ein eigentümliches Verflechten der Reflektorzellen zu einem breiten Maschenwerk entsteht. Dem Organ ist endlich auf der ventralen Seite noch eine Schicht von gallertartigem Gewebe vorgelagert, das sich bis zur Epidermis erstreckt. Letztere war ganz abgerieben; sie muß daher in der Figur ergänzt werden.

Blutgefäße sind in der Umgebung des Organs wohl vorhanden, aber nicht einmal habe ich Blutkörperchen, die das Vorhandensein eines Gefäßes am ehesten verraten, im Innern gefunden. Ebensowenig gelang es mir, das Eindringen von Nervenfasern festzustellen.

Die gegebene Darstellung bezieht sich, wie erwähnt wurde, auf die branchiostegalen Organe, aber sie hat in den meisten Punkten auch für die andern Gültigkeit. Als Unterschiede mögen nur folgende hervorgehoben sein. Wahrscheinlich infolge der Lage der Rumpforgane unter den Schuppen nimmt hier der Ausführungsgang einen etwas andern Verlauf. Aus dem Gallertkörper biegt er seitlich scharf ab, durchbricht nahe seinem ventralen Rande den Pigmentmantel, und mündet dann in ziemlicher Entfernung seitlich außerhalb des Organs nach außen. Durch die verschiedene Lage des Hals- und Bauchteils zueinander fehlen die Krümmung des Bauchteils, des Centralsinus und seine excentrische Lage (Fig. 5, 6). Bei den Organen der lateralen Rumpfreihen bietet die Schuppe eine interessante Erscheinung (Fig. 6, *s*). Im Bereich des Organs ist sie linsenförmig verdickt, am stärksten über dem Halsteil. Hervorzuheben ist ferner, daß die obere laterale Reihe zwar auf gleicher Höhe mit der Seitenlinie liegt, mit den Seitenorganen aber nichts zu tun hat. Diese sind völlig erhalten und liegen, wie gewöhnlich, im Seitenkanal.

Nicht ganz sicher bin ich, ob auch die kleinsten Organe, welche zwischen der ventralen und unteren lateralen Rumpfreihe gelegen sind, ebenso gebaut sind wie die größeren. Aehnliche Drüsenzellen sind sicher vorhanden, aber es scheint, als ob sie einfacher gebaut sind, besonders nicht die Dreiteilung des Drüsenkörpers besitzen.

Vorn unten am Auge liegt wieder ein einfacher, etwas gebogener Pigmentfleck. Wie erst Schnitte zeigen, liegen unter ihm zwei Organe, die zu einem Doppelorgan eng verbunden sind und zum Auge in engster Beziehung stehen und deshalb als orbitale Organe bezeichnet werden mögen (Fig. 7). Sie liegen nebeneinander, mit ihren Längsachsen einander parallel, sie sind aber etwas übereinander geschoben, und zwar liegt das ventrale etwas näher der Epidermis als das dorsale. Im Bau gleichen sie sich. Der Pigmentmantel ist zwischen beiden Organen nicht entwickelt, so daß die Bauchteile beider eng aneinander grenzen, nur durch die bindegewebigen Hüllen getrennt sind. Der Pigmentmantel umschließt beide Organe zusammen. Ferner fehlt eine Pigmentschicht auf der dem Auge zugewendeten Seite des dorsal liegenden Organs, und da hier auch das Pigment der Haut eine Lücke zeigt, so kann das Licht des Doppelorgans sowohl ventrad caudad als auch gegen das Auge (*au*) entweichen. Es fehlt ganz der Reflektor. Als Gallertkörper möchte ich das dem Halsteil anliegende, durch dichteres Gefüge sich vom benachbarten abhebende Bindegewebe ansehen.

5. *Photichthys argenteus* HUTTON.

(Taf. XXI, Fig. 8—11; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 92, Textfig. 37.)

Da nur ein 3,8 cm langes Exemplar von der Valdivia-Expedition gefangen wurde, so mußte ich mich auf die makroskopische Untersuchung und auf die mikroskopische einiger Leuchtorgane beschränken. Ich kann deshalb nicht ein in allen Teilen vollständiges Bild geben, doch scheint es, daß nur eine Form von Organen vorkommt, und nur das orbitale infolge seiner Beziehungen zum Auge einige besondere Züge, die den andern fehlen, zeigt. Denn die branchiostegalen, die Organe der lateralen und ventralen Rumpfreihe und die opercularen, welche ich untersuchen konnte, stimmen alle im Bau überein. Obwohl das Exemplar stark verletzt war, war die Konservierung sehr gut.

Makroskopisch betrachtet zeigen die Organe die Form einer weithalsigen Flasche, der Hals ist schräg abgeschnitten; auf der lateralen Seite fehlt zum größten Teil der Pigmentmantel, dagegen streckt sich die mediale Wand desselben zungenartig vor. Am stärksten ist dieser Unterschied in der Entwicklung des Pigmentmantels bei den lateral gelegenen Organen (Fig. 8), während bei denen der ventralen Rumpfreihe die mediale Zunge, wie die Fig. 9 (Querschnitt durch den Rumpf) zeigt, nur wenig länger ist als die laterale Wand. Im Grunde des Halses erblickt man einen weißlich-grauen Körper, den Binnenkörper, dem durchsichtiges Gewebe, der Gallertkörper, vorgelagert ist.

Die Untersuchung der Schnitte ergibt folgendes Bild vom Aufbau der Organe. Der Pigmentmantel, der die Form des ganzen Organs bestimmt, besteht aus vielen kleinen länglichen Zellen. Es scheint, daß nur die mediale Zunge (Fig. 9, *lp*) als accessorischer Teil betrachtet und der gewöhnlichen Hautpigmentschicht zugerechnet werden muß, dagegen die übrige Pigmentschicht, die den Halsteil umkleidet, dem eigentlichen Mantel des Organs zugehört (*p*). Der Binnenkörper besteht aus zwei Teilen, einem proximalen, der im Bauch der Flasche gelegen ist, und einem distalen, der im Halse liegt. Der erstere wird gebildet von einem Drüsenkörper (*dr*), einer bindegewebigen Hülle und einem Reflektor (*r*), der letztere von dem „linsenförmigen Körper“ (*l*), einer bindegewebigen Hülle, den Reflektoren (r^1, r^2) und dem Gallertkörper (*g*). Die bindegewebige Hülle umgibt den Drüsenkörper allseitig und sendet centrad septenartige Fortsätze derart, daß der Binnenraum in Fächer geteilt wird. Ein jedes Fach enthält eine größere Anzahl von sehr langen, schmalen, kegelförmigen Drüsenzellen. Alle sind radiär in einer Schicht um einen schmalen centralen Hohlraum geordnet. Jede Zelle ist bis auf eine basale Zone, die homogen erscheint und mit Hämatoxylin sich stark blau färbt, mit Sekretkörnern, die mit Eosin rot gefärbt werden, dicht gefüllt. In der basalen Zone oder an ihrem Rande liegt der runde Kern. Der kleine centrale Sinus ist von einem niedrigen Epithel umschlossen, und er setzt sich ventrad, gegen den Halsteil, in einen sehr engen Kanal fort, der ebenfalls von einem Epithel ausgekleidet ist. An der Grenze des Halsteils findet er bereits sein Ende. Die Drüsenzellen reichen nicht ganz bis zum Sinus, sondern zwischen sie schiebt sich noch eine dünne Schicht Gewebe, das der bindegewebigen Hülle zugehört. Man könnte vielleicht denken, daß eine Schrumpfung dieses Bild bewirkt habe, indessen macht der ganze Sinus mit seinem blind endenden Gang einen so rudimentären Eindruck, daß das Nichteinmünden der Drüsenzellen nicht befremdlich erscheinen kann. In keinem Falle habe ich im Sinus Sekret gefunden.

Der „Reflektor“ des proximalen Teils (*r*) besteht aus einer homogen erscheinenden Schicht, die mit Hämatoxylin einen sehr schwachen bläulichen Ton annimmt und scheinbar aus langen, dünnen Fasern (Fig. 10c) zusammengesetzt ist. An der Außenseite liegen ihr lange, schmale Kerne an, an der Innenseite andere kleinere. Letztere möchte ich aber der bindegewebigen Hülle zurechnen, nur die ersteren dem Reflektor. Ob diese Schicht den Namen „Reflektor“ mit Recht führt, muß ich dahin gestellt sein lassen. Mir scheint diese Bedeutung die meiste Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Bei Abblendung des Lichts war ein Silberglanz nicht erkennbar, doch ist dieses nicht entscheidend, weil man ihn auch bei zweifellos als Reflektor wirkenden Fasern vermißt.

Der „linsenförmige Körper“ des Halsteils (*l*) wird von Zellen gebildet, die man kaum anders als Drüsenzellen bewerten kann, aber das ganze Bild ist doch ein wesentlich anderes

als das des Drüsenkörpers des Bauchteils. Der Körper ist durch Septen der bindegewebigen Hülle, die ihn umschließt, in senkrechte, zur Längsachse des Organs parallel gestellte Säulen gesondert. Die lateralen erscheinen etwas breiter, in ihnen sind die Zellen kleiner oder liegen quer zur Längsachse, wie die Wandzellen eines soliden Schlauches. Ihre Kerne liegen der Basis viel näher als der Peripherie. In den centralen, schmälern Säulen sind die Zellen zwar ähnlich birnförmig, aber schmäler und kürzer, und sie scheinen weniger regelmäßig angeordnet zu sein als in der lateralen. Alle sind mit sehr feinen Körnern dicht erfüllt, die mit Eosin sich nicht färben, manchmal erscheint der Inhalt fast homogen. Eine besonders differenzierte basale Zone fehlt. Diesem linsenförmigen Körper ist dann noch ein Gallertkörper vorgelagert, der ebenfalls von der bindegewebigen Hülle umschlossen wird.

Der Reflektor des Halsteiles, welcher auf der medialen Wand stärker als an den andern entwickelt ist (r^1), erscheint verschieden von dem des Bauchteils. Die Fasern sind sehr dünn, meist wellig gekrümmt (Fig. 10a), sie enthalten einen rundlicheren, kürzeren Kern, und in ihnen sind kleine, stark lichtbrechende Körnchen zahlreich vorhanden. Flachschnitte zeigen eine breitere Gestalt (Fig. 10b), die Zellen dürften also sehr stark abgeplattet sein.

Blutgefäße dringen in geringer Zahl in das Organ ein, und durchziehen die bindegewebigen Septen sowohl des proximalen wie des distalen Teils. Auch in der Umgebung des centralen Sinus (Fig. 9) finden sie sich.

In bezug auf die Frage der Innervierung des Organs war das Resultat der Untersuchung völlig negativ. In der Nähe fanden sich wohl Fasern, aber ein weiteres Verfolgen durch die Schnittserie zeigte in allen Fällen, daß sie am Organ vorbeizogen.

Das orbitale Organ ist äußerlich nur als ein einfacher länglicher Pigmentfleck vorn am ventralen Rande des Auges erkennbar. Unter ihm liegen zwei Organe, die zu einem Doppelorgan dadurch verbunden sind, daß sie von einem gemeinsamen Pigmentmantel umschlossen sind (Fig. 11, o, o^1). Das eine (o) liegt dorsal und ist gegen das Auge gestellt, das andere ventrale (o^1) liegt rechtwinklig zum ersteren, derart, daß die Drüsenkörper eng aneinander liegen, nur durch die bindegewebigen Hüllen getrennt sind, der Linsenkörper des dorsalen gegen das Auge, der des andern ventrad caudad gerichtet ist. Da das Hautpigment am ventralen Augenrande im Bereich des Organs eine Lücke zeigt, so kann das Licht beider Drüsenkörper die vordere Augenkammer bestreichen, dagegen kann nur das Licht des ventralen Organs nach hinten unten entweichen. Das ventrale Organ ist etwas kleiner als das dorsale. Von Reflektoren habe ich nichts gesehen, auch der Gallertkörper war nicht so scharf begrenzt wie bei anderen Organen.

6. *Ichthyococcus ovatus* (Cocco).

(Taf. XXI, Fig. 12—14; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 94, Textfig. 38.)

Obwohl *Ichthyococcus* auch im Mittelmeer vorkommt und besonders bei Messina häufig gefunden wird, sind seine Leuchtorgane bisher nur von Leydig (1881 p. 20ff.) und von Chiarini (1900) untersucht worden. Den allgemeinen Aufbau der Organe hat der erstere bereits richtig erkannt, im Einzelnen finden sich irrtümliche Angaben, und sie sind zumeist schon von Chiarini,

der mit den neuen Methoden seine Untersuchung durchgeführt hat, berichtigt worden. Da größere Exemplare, die ich mir aus Messina durch Cialona verschaffte, zu schlecht konserviert waren, so mußte ich mich auf die Untersuchung eines kleinen, nur 1,3 cm langen Exemplars aus dem Indischen Ocean beschränken. Es zeigte die Verhältnisse in fast völliger Uebereinstimmung mit den Angaben Chiarini's, und ich will deshalb kurz den Bau der Organe schildern und nur die Punkte ausführlicher besprechen, in denen ich zu anderen Resultaten als jene beiden Forscher gekommen bin.

Alle Leuchtorgane von *Ichthyococcus* gehören einem und demselben Typus an; außer dem orbitalen Doppelorgan sind alle einfach. Ihre Gestalt, die durch den Pigmentmantel bestimmt wird (Fig. 12), ist am besten vielleicht mit einer dickbauchigen Flasche mit weitem, aber kurzem Hals zu vergleichen. Der Hals ist nicht ganz cylindrisch, sondern gegen die Oeffnung weitet er sich etwas. Die Ränder der letzteren sind etwas gefranst. Aus der Oeffnung ragt der Binnenkörper noch etwas als grauweiße Masse hervor, und vor ihm liegt noch der durchsichtige Gallertkörper. Die Rumpforgane liegen unter den sehr dünnen Schuppen. Alle außer dem orbitalen sind ventrad geöffnet.

In bezug auf den Bau des Binnenkörpers gleicht *Ichthyococcus* sehr *Photichthys*. Auch hier kann man einen proximalen Teil, den Drüsenkörper (Fig. 13, *dr*), der den Bauch der Flasche fast ganz ausfüllt, und einen distalen, den linsenförmigen Körper (*l*), der im Hals gelegen ist, unterscheiden. Der letztere ist viel kleiner. Der Drüsenkörper wird von radiär angeordneten, langen, kegelförmigen Drüsenzellen, die histologisch dasselbe Bild bieten wie die von *Photichthys*. Nur zwei Unterschiede sind anzuführen. Eine so scharfe Sonderung des Binnenraums durch Septen der bindegewebigen Hülle in radiär gestellte Fächer scheint hier nicht ausgebildet zu sein, wenngleich die Septen keineswegs fehlen, wie die kleinen Kerne zwischen den Drüsenzellen zeigen. Auch Chiarini beschreibt die Septen. Wichtiger aber als dieser Unterschied ist der, daß ein Centralkanal völlig fehlt. Vom Centrum des Bauchteils bis zur Basis des Halsteils liegt zwar ein spindelförmiger, farbloser Körper. Bei schwächerer Vergrößerung scheint eine deutliche Wandung, in der längliche Kerne liegen, und im Innern ein Lumen vorhanden zu sein, aber bei stärkerer Vergrößerung findet man, daß letzteres nicht richtig ist, sondern daß das Innere von einem Maschenwerk von feinen Strängen und mit vereinzelten Kernen erfüllt ist. Ich möchte mich Chiarini anschließen und sowohl die Wandkerne wie die centralen der bindegewebigen Hülle zurechnen. Wenn man sich erinnert, daß bei *Gonostoma* der Ausführungsgang der Drüse voll entwickelt ist und nach außen mündet, bei *Cyclothone* er blind endet, bei *Photichthys* nur ein Rudiment von ihm vorhanden ist, so wird man die Verhältnisse von *Ichthyococcus* als eine weitere Stufe deuten, nämlich in der Weise, daß hier der Gang auch einst vorhanden gewesen, aber gänzlich rückgebildet ist, und in den früher von ihm eingenommenen Raum Bindegewebe gedrungen ist. Schon bei *Photichthys* war dieses ja central in nächster Umgebung des Ganges stark entwickelt.

Nach Chiarini soll jede Drüsenzelle zwei Kerne besitzen. Dieses kann ich nicht bestätigen. Ich habe immer nur einen gefunden; manchmal wurde allerdings eine Zweikernigkeit vorgetäuscht, indem zwei Zellen etwas übereinander lagen und ihre Grenzen wenig deutlich hervortraten.

Die Zellen des linsenförmigen Körpers (*l*) sind länglich, zum Teil spindel-, zum Teil

birnförmig, ihre Grenzen wenig scharf. Sie stehen parallel einander und parallel zur Längsachse des Organs. Nach CHIARINI soll ihr Inhalt homogen sein, ich habe ihn feinkörnig gefunden. Die Körner färbten sich nicht mit Eosin. Vereinzelt waren auch Vacuolen vorhanden. Der runde Kern liegt central oder näher diesem oder jenem Ende der Zelle. Durch Septen der bindegewebigen Hülle wird der Körper in Säulen geschieden.

An der Innenwand des Pigmentmantels des Halses liegt ein Reflektor (r^1). Er besteht aus einer dickeren Schicht von langen faserartigen Zellen mit schmalen langen Kernen. Auf der medialen Wand erstreckt er sich viel weiter als auf der lateralen. Besonders groß ist der Unterschied bei den branchiostegalen Organen. Die Fasern erschienen homogen und zeigten bei der Abblendung des Lichtes keinen Silberglanz; es mag dieses vielleicht darin seine Ursache haben, daß das untersuchte Exemplar noch nicht erwachsen war.

Außer diesem Reflektor ist noch im Bauch des Organs zwischen der bindegewebigen Hülle und dem Pigmentmantel eine Schicht vorhanden (r), die ich auch für einen Reflektor halten möchte. CHIARINI erwähnt sie nicht. Sie erscheint homogen, blaß; an ihrer Außenseite liegen längliche, schmale Kerne. An einer Stelle hat sich durch Schrumpfung zwischen dieser Schicht und der bindegewebigen Hülle ein Spaltraum gebildet, und dadurch sind diese beiden Teile klarer zu übersehen; ich kann nur den Eindruck gewinnen, daß jene Schicht nicht der bindegewebigen Hülle zuzurechnen, sondern von ihr unabhängig ist. Ihre Deutung als Reflektor wird mir besonders dadurch begründet, daß bei Organen, deren Pigmentmantel etwas abgerieben war, Silberglanz am Bauchteil erkennbar war; dieser kann kaum von einer anderen Schicht herrühren.

Dem Gallertkörper (g) liegt außen ein kleiner Spaltraum an, er dürfte künstlich entstanden sein.

Außen von ihm ist die noch nicht ausgebildete Schuppe gelagert. Die diese noch bedeckende Epidermis ist fast überall abgerieben.

Das orbitale Organ ist vom Pigmentmantel, der noch von einigen großen Pigmentzellen überlagert wird, völlig bedeckt. Nur ein schwarzer, etwas gebogener Fleck vorn ventral am Auge zeigt seine Lage an. Wie CHIARINI schon erkannt hat, sind zwei Organe (Fig. 14, o, o^1) wieder eng zusammengelagert zu einem Doppelorgan, und von einem gemeinsamen Pigmentmantel umschlossen. CHIARINI schreibt (p. 12): „Il collo degli organi situato obliquamente è rivolto oralmente nell'organo situato oralmente, caudalmente nell'organo situato caudalmente." Diese Lagerung ist nicht richtig. Die beiden Organe bilden mit ihren Längsachsen einen spitzen Winkel, der caudad geöffnet ist. Die Drüsenkörper (dr, dr^1) liegen eng nebeneinander, nur durch die bindegewebige Hülle getrennt, wobei die Berührungsflächen etwas gedrückt sind, die Halsteile aber liegen voneinander getrennt, indem der eine nicht, wie CHIARINI angibt, rostrad, sondern dorsad caudad, gegen das Auge geöffnet ist, der andere ventrad caudad. Die Oeffnung des letzteren ist aber durch den Pigmentmantel und die Pigmentschicht der Haut fast ganz versperrt, und da dieses auch kleiner ist als das dorsale, so dürfte seine Bedeutung keine große mehr sein. In beiden Organen sind die linsenförmigen Körper stark reduziert, im ventralen so stark, daß man ihn als rudimentär bezeichnen muß. Der des dorsalen Organs (l) ist etwas aus seiner gewöhnlichen Lage verschoben. Ferner ist auch die Anordnung der Zellen eine sehr unregelmäßige. Ein Reflektor fehlt beiden Organen.

Da man hin und wieder auf den Schnitten in der bindegewebigen Hülle Blutkörperchen findet, so kann kein Zweifel sein, daß Blutgefäße, wenn auch spärlich, in das Organ eindringen.

Nach Leydig soll ein starker Nerv am Halsteil eintreten. Dieses ist sicher nicht der Fall. Es kann sich nur um einen Hautnerv handeln, der nahe an dem Organ vorbeizieht und bei makroskopischer Betrachtung den Eindruck vortäuscht, daß er in das Organ eindringe. Ich habe nichts derartiges gesehen. Auch Chiarini macht keine bestätigende Angabe.

7. *Vinciguerria lucetia* (Garman).

(Taf. XXII, Fig. 1—3; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 97, Textfig. 40.)

Chiarini (1900) hat die Leuchtorgane der im Mittelmeer verbreiteten Art, *V. attenuata* (Cocco), untersucht. In den meisten Punkten kann ich seiner Schilderung beistimmen, aber in einigen, die besonders den Bau des linsenförmigen Körpers betreffen, bin ich zu anderen Resultaten gekommen. Vielleicht sind diese Unterschiede in der Verschiedenheit der Arten begründet.

Auch v. Lendenfeld (1905) muß diese Form untersucht haben, obwohl er im Text unter den von ihm untersuchten Arten *Vinciguerria* nicht aufführt. Die Fig. 51 auf Taf. X aber, die ein zusammengesetztes flaschenförmiges Organ von *Stomias hexagonatus* darstellen soll, ist meiner Ueberzeugung nach unzweifelhaft die Abbildung eines Schnittes von *Vinciguerria* und zwar wahrscheinlich *V. lucetia* (Garm.), da Garman, von dem er das Material erhalten hat, nur diese Art beschrieben hat. Die Leuchtorgane von *Stomias* sehen ganz anders aus. Auch seine Beschreibung trifft in den meisten Punkten für *Vinciguerria* zu. Er selbst hebt auch schon die Aehnlichkeit dieser in seiner Fig. 51 dargestellten Organe mit den von Chiarini für *Maurolicus* beschriebenen hervor.

Wie bei *Ichthyococcus* ist nur eine Form vorhanden (Fig. 1). Sie ist die gleiche wie bei jener Gattung, nur ist der Hals der Flasche viel kürzer im Verhältnis zum Bauch.

Auch hier lassen die Organe den drüsen- und linsenförmigen Körper, bindegewebige Hülle, Reflektoren, Gallertkörper und den Pigmentmantel unterscheiden. Der Drüsenkörper besteht aus denselben durch ihre Form und histologische Differenzierung charakteristischen Zellen wie bei *Ichthyococcus*. Die basale Wandpartie, in der der Kern liegt, zeigte nicht homogenen Inhalt, sondern in ihr waren Vacuolen und zum Teil auch eine streifige Anordnung erkennbar (Fig. 2). Chiarini gibt an, daß auch zwei Kerne in den Zellen vorkommen. Das ist, wie schon v. Lendenfeld hervorhebt, nicht richtig. Im Centrum des Drüsenkörpers war ebenfalls Bindegewebe vorhanden, aber der von ihm eingenommene Raum war viel kleiner, so daß die Drüsenzellen mit ihren Spitzen einander fast bis zur Berührung genähert waren. Vereinzelt fanden sich Drüsenzellen, die nicht auf gleicher Höhe mit den andern, sondern etwas aus der Reihe, dem Centrum näher lagen. Da ihr Bau aber ganz derselbe wie der der übrigen war, so dürfte dieser Lage nicht die Bedeutung, daß sie sich aus dem Verbande trennen, um sich aufzulösen, oder eine andere besondere Bedeutung zukommen.

Der linsenförmige Körper (*l*) ist komplizierter gebaut als bei *Ichthyococcus*. Man kann einen peripheren und einen centralen Teil unterscheiden. Der erstere soll nach Chiarini aus ähnlichen Drüsenzellen wie der Drüsenkörper zusammengesetzt sein, der letztere dagegen aus polygonalen Zellen. Beides habe ich, wie auch v. Lendenfeld, bei *V. lucetia* nicht gefunden.

Der periphere hat ähnliche Zellen, wie der ganze linsenförmige Körper von *Ichthyococcus*, sie sind länglich, ihr Inhalt ist gleichmäßig feinkörnig und färbt sich wenig, und ihr Kern liegt central. Durch Septen der bindegewebigen Hülle ist dieser Teil in parallel gestellte Säulen geordnet. Der centrale Teil dagegen erscheint spindelförmig und färbt sich etwas dunkler. Die langen schmalen Zellen sind epithelartig übereinander geordnet, und zwar so, daß ihre Spitzen schräg gegen den Drüsenkörper gerichtet sind und miteinander konvergieren. Ein Lumen ist aber nicht vorhanden. Ihre Kerne sind auch länglich.

Von Reflektoren sind zwei Arten vorhanden. Im Bauchteil liegt zwischen dem Pigmentmantel und der bindegewebigen Hülle des Drüsenkörpers eine homogen erscheinende, sich sehr wenig färbende Schicht, der besonders auf der Außenseite sehr schmale, lange Kerne anliegen (*r*). Da an der Wand des Bauchteils, wenn der Pigmentmantel etwas abgerieben ist, Silberglanz hervortritt, so kann meiner Ansicht nach nur diese Schicht den Glanz hervorrufen und daher als Reflektor zu deuten sein. Ganz anders gebaut ist die Schicht, welche im Halsteil liegt und ebenfalls als Reflektor aufgefaßt wird (*r'*). Schon bei flüchtiger Betrachtung der Schnitte muß sofort eine ziemlich breite Schicht, die zwischen dem linsenförmigen Körper und dem Pigmentmantel gelegen ist, durch ihre eigenartige Anordnung, die blasse Färbung des Zellinhaltes, und die auf einer Höhe liegenden Kerne auffallen. Bei keiner einzigen anderen Form habe ich etwas ähnliches gefunden. Die Zellen stehen in einer Schicht, fast parallel zur Längsachse des Organs, fächerartig angeordnet. Die Kerne sind schmal, liegen näher der Peripherie des Halsteils und alle auf gleicher Höhe. Ihr Inhalt erscheint völlig homogen, bei Hämatoxylinfärbung blaßblau. Dieser fast farblose Teil der Reflektorzellen hat v. Lendenfeld wahrscheinlich zu der Ansicht geführt, daß ein ringförmiger Kanal den linsenförmigen Körper umgibt.

Dem Halsteil ist außen noch eine dickere Schicht mit zahlreichen platten Kernen vorgelagert (*g*). Ich möchte sie dem Gallertkörper der andern Formen gleichartig setzen; die wenig lockere Anordnung der Zellen und die geringe Entwicklung der Gallerte dürfte entweder in einer Schrumpfung oder in dem geringen Alter der untersuchten Exemplare begründet sein.

Das orbitale Organ wird von Chiarini nicht erwähnt. Es bietet manches Interessante. Es ist wie bei *Ichthyococcus* vorn ventral am Auge gelegen. Es ist ein Doppelorgan (Fig. 3), aber das eine, ventrale Organ ist entschieden als rudimentär zu beurteilen. Denn es ist viel kleiner und es ist nur der Leuchtkörper vorhanden; außerdem ist er ventral durch Pigment völlig abgeschlossen. Sein Licht kann, da er dem dorsalen eng angelagert ist, und dieses gegen das Auge geöffnet ist, nur ebenfalls gegen das Auge hin aus dem Organ entweichen. Dem dorsalen Hauptorgan scheint der Reflektor fast ganz zu fehlen. Zwischen dem Linsenkörper und dem Pigmentmantel liegen Kerne in zu großer Zahl, um sie alle der bindegewebigen Hülle zurechnen zu können. Ein Teil dürfte dem Reflektor zugehören. Von irgendwelcher regelmäßigen Anordnung und überhaupt von den so sehr charakteristischen Eigentümlichkeiten des peripheren Reflektors bei anderen Organen ist hier aber nichts zu sehen. Von einem Reflektor des Bauchteils habe ich nichts gesehen. Auch der linsenförmige Körper ist sicher schwächer entwickelt, wenn auch das Fehlen der gewöhnlichen Anordnung der Zellen, wie es die Fig. 3, *l* erkennen läßt, zum Teil vielleicht in einer schiefen Schnittrichtung begründet sein mag.

In bezug auf die Frage des Eindringens von Blutgefäßen und Nerven bin ich zu demselben Resultate gekommen wie Chiarini, d. h. für erstere muß ich die Frage bejahen, für letztere verneinen.

8. *Triplophos elongatum* A. Br.

(Taf. XXII, Fig. 4—7; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 99, Taf. VII, Fig. 4, Textfig. 41.)

Die Gattung *Triplophos* zeigt sich durch ihre ganze Erscheinung, Lage und Länge der Flossen, Anordnung der Leuchtorgane am Rumpf in mehr als zwei Längsreihen u. a. sehr nahe der Gattung *Diplophos* verwandt, aber die Untersuchung der Leuchtorgane weist ihr entschieden eine andere Stellung an, sie läßt sie nämlich als eine Zwischenform zwischen den bisher betrachteten Formen und den *Sternoptychiden* im engeren Sinne (*Valenciennellus*, *Maurolicus*, *Sternoptyx*, *Argyropelecus*, *Polyipnus* u. a.) erscheinen, insofern bei ihr ebenso wie bei den ersteren die Leuchtorgane nicht zu Gruppen sich vereinigen, dagegen der Bau des drüsen- und linsenförmigen Körpers ähnlich wie bei der zweiten Gruppe ist.

Es ist nur ein Typus von Leuchtorganen vorhanden. Unterschiede sind zwar durch die Lage bedingt, aber sie sind so gering, daß alle außer dem orbitalen Organ, das manche eigenartige Züge aufweist, gemeinsam besprochen werden können. Wenn man nach der Gestalt des Pigmentmantels diejenige des Organs bestimmt, so würde man sie am besten mit einem Pantoffel vergleichen können (Fig. 4). Die mediale Wand würde die Sohle bilden, die allerdings in der dorsalen Hälfte nicht platt, sondern wie die laterale konvex gewölbt ist. Die weite Oeffnung für den Fuß würde an der ventralen Hälfte der lateralen Wand liegen. An der Grenze beider Hälften ist das Organ leicht eingeschnürt. Bei den Organen der ventralen Rumpfreihe ist die ventrale Hälfte der Sohle nicht so lang wie bei den lateral gelegenen und bei den branchiostegalen. Außen sind die Organe des Rumpfes von Schuppen bedeckt. Durch sie hindurch erkennt man einen Teil des Binnenkörpers und weiter den Gallertkörper, der ihm vorgelagert ist, und durch diesen scheint von der medialen Wand ein silbern glänzender Reflektor durch.

Auf Längsschnitten durch das Organ (Querschnitten durch den Körper), die mit Eosin und Hämatoxylin gefärbt sind, fällt einem sofort infolge der verschiedenen Färbung eine Sonderung des Binnenkörpers in zwei Abschnitte (Fig. 5, *dr* und *l*) auf. Der dorsale, ganz vom Pigmentmantel umschlossene Teil erscheint bläulich, der ventrale, nur medial und lateral von jenem umhüllte erscheint rosa; nur gegen die Grenze zu wird der Ton mehr gelblich. Der erstere ist der Drüsenkörper, der letztere der linsenförmige Körper. Sie sind ungleich groß, und zwar ist auffallenderweise der erstere kleiner.

Im Drüsenkörper ist von einer radiären Anordnung von Zellen oder Zellschläuchen wie bei den bisher betrachteten Formen nichts zu erkennen, vielmehr scheint er aus einer großen Zahl von Zellgruppen von ganz verschiedener Gestalt zu bestehen. Bald sind sie rundlich, bald länglich, bandartig, gerade oder gewunden oder von noch anderer Form. Sie sind voneinander durch bindegewebige Septen getrennt. Wegen der großen Zahl und der Unregelmäßigkeit der Formen ist ein Verfolgen der Gruppen durch mehrere Schnitte hindurch sehr erschwert. Manchmal schien es, als ob es sich um stark gewundene Stränge handelt, manchmal aber schienen es kleinere isolierte Haufen zu sein. Daß es ein einziger zusammenhängender, durch den ganzen Drüsenkörper sich hin und her windender Strang ist, glaube ich aber nicht, sondern es handelt sich wahrscheinlich um eine größere Zahl, die aber eine verschiedene Länge haben. In der

Regel zeigen die Drüsenzellen eine zweireihige Anordnung, und hierbei sind die Spitzen der Zellen einander zugekehrt (Fig. 6, *dr*). Dieses wird zunächst zu der Ansicht drängen, daß man es mit Schläuchen zu tun hat, deren Wand ähnlich wie bei *Gonostoma* und *Cyclothone* von Drüsenzellen gebildet wird. Diese Ansicht mag auch insofern richtig sein, als sie durch Faltung von Wandungen eines Sinus oder von Gängen entstanden sind, aber im ausgebildeten Zustande hat man es nicht mehr mit Schläuchen zu tun. Denn, wie die kleinen zwischen beiden Zellreihen liegenden Kerne zweifellos anzeigen, liegt an Stelle des Lumens Bindegewebe (Fig. 6). Man kann deshalb nur annehmen, daß, falls jene Ansicht der Entstehung richtig ist, daß Hand in Hand mit der immer zunehmenden Faltung auch der Zusammenhang der ursprünglich geschlossenen Wand gelöst ist, eine Aufteilung in einzelne Zellgruppen stattgefunden hat, und nun zugleich das Bindegewebe, das bisher nur außen den Drüsenkörper umschlossen hat, überall zwischen die Gruppen und selbst zwischen die Zellen hindurch in das Innere der Gruppen eingedrungen ist. Die kubischen oder niedrig kegelförmigen Drüsenzellen zeigen wie bei den früheren Formen die charakteristische histologische Differenzierung in einen mit rot gefärbten Sekretkörnern erfüllten Teil und eine schmale basale Wandschicht, die körnerfrei und sich blau färbt. In letzterer liegt der runde Kern.

Ganz anders stellt sich der linsenförmige Körper (*l*) dar. Er wird von polygonalen Zellen gebildet, die dicht aneinander gelagert sind. Im peripheren Teil sind die Zellgrenzen undeutlich. Ihr Inhalt ist homogen, und der sich wenig färbende Kern liegt central. Umschlossen ist der Körper wie der Drüsenkörper von einer bindegewebigen Hülle. In der peripheren Partie dringt dieselbe aber auch zwischen die Zellen, bildet Septen und teilt diese Partie in einander parallel gestellte Säulen. Sie sind nicht gleich breit und auch ungleichmäßig geformt. In der centralen Partie finden sich zwar auch vereinzelt Kerne von Bindegewebszellen, aber eine derartige regelmäßige Fächerung ist nicht vorhanden (Fig. 5). Großes Interesse beansprucht die Grenzzone zwischen dem drüsen- und linsenförmigen Körper. Je mehr man sich nämlich dem ersteren nähert, um so mehr tritt wieder die gleiche Gruppierung der Zellen hervor wie im Drüsenkörper, ja in einer schmalen Zone kann man Gruppen oder Stränge finden, die sowohl typische Drüsenzellen wie auch typische Linsenzellen enthalten (Fig. 6). Drängen derartige Bilder schon zu dem Schluß, daß die beiden Zellarten in engster Beziehung stehen, so wird man in ihm dadurch bestärkt, daß sich auch Zellen finden, die Charaktere beider Zellarten zeigen, indem entweder der Inhalt wenig körnerreich, fast homogen und blasser erscheint, die basale blaue Zone aber noch vorhanden ist, oder diese fehlt, dagegen neben der homogenen Masse noch Körner sich finden. Ferner spricht für eine Umwandlung der Drüsenzellen in Linsenzellen die Erscheinung, daß einzelne Stränge der Drüsenzellen mit einer Zellreihe in den linsenförmigen Körper weit hinein reichen, ja einzelne Zellen, die man nach ihrer Färbung als Drüsenzellen oder Uebergangsformen von solchen bewerten muß, wie versprengt inmitten von Linsenzellen liegen. Für die Beurteilung dieser Verhältnisse ist wichtig hervorzuheben, daß das untersuchte Tier 14,4 cm lang war, also die Möglichkeit, es möchte das Organ noch nicht ausgebildet sein, ausgeschlossen werden kann. Am nächsten liegt die Annahme, daß Drüsenzellen sich allmählich in Linsenzellen umwandeln, aber die Annahme hat auch manche Schwierigkeiten. So müßte man erwarten, daß zugleich mit der Umwandlung auch ein Ersatz von Drüsenzellen stattfindet. Ich habe aber weder Teilungen noch Zellen gefunden, die man als indifferente Ersatzzellen auffassen könnte.

In den bindegewebigen Septen sowohl des Drüsenkörpers wie des basalen Teils des Linsenkörpers findet man vereinzelt Blutgefäße. Dagegen von einem Eindringen von Nervenfasern in das Organ habe ich nichts finden können.

Dem Pigmentmantel innen angelagert ist der Reflektor. Seine Ausdehnung fällt mit der des Mantels zusammen, er ist also auf der medialen Seite viel stärker entwickelt als auf der lateralen. Er setzt sich zusammen aus langen Fasern, deren Kern schmal und lang ist. Im Bereiche des Gallertkörpers haben sie bei der Färbung mit Eosin einen roten Ton angenommen, während sie an den übrigen Stellen farblos geblieben sind. Da die Faserschicht sonst kontinuierlich erscheint, so dürfte dieses verschiedene Verhalten wohl nur einer verschieden starken Einwirkung der Konservierungsflüssigkeiten zuzuschreiben sein.

Der Gallertkörper besteht aus der mattbläulich sich färbenden homogenen Grundmasse und den in ihr zerstreut liegenden Zellen mit kleinen Kernen. Die außen dann folgende Schuppe läßt im Bereich der Oeffnung keine besondere Differenzierung erkennen.

Das orbitale Organ, das vorn am ventralen Augenrande gelegen ist, erscheint makroskopisch als ein rostrad etwas ausgebogener Pigmentfleck, an dessen orbitalem wie mandibularem Rande der Binnenkörper etwas hervorragt. Sagittalschnitte durch den Kopf geben am schnellsten und besten Uebersicht über die besonderen Verhältnisse, die dieses Organ auszeichnen. Ein solcher ist in Fig. 7 dargestellt. Er zeigt, wie der Pigmentmantel eine Röhre bildet, die gegen das Auge (*au*) und ventrad geöffnet ist. In ihrer Mitte liegt der Binnenkörper. Der Drüsenkörper (*dr*) liegt auf der einen Seite dem Pigmentmantel direkt an, auf den andern Seiten ist er aber vom linsenförmigen Körper umschlossen. Dieser ist aber ungleichmäßig stark entwickelt. Auf der orbitalen Seite ist er viel umfangreicher als auf der mandibularen, in der Zwischenzone ist er am schwächsten. Dadurch liegt hier eine schwache Einkerbung der Oberfläche. Ferner fehlt in dieser Zone die säulenförmige Anordnung der peripheren Schichten des linsenförmigen Körpers. Ein Reflektor fehlt dem Organ gänzlich.

Das beschriebene Organ erscheint als ein einfaches Organ, bei dem nur der linsenförmige Körper ungewöhnlich stark entwickelt ist, aber es sind doch manche Merkmale vorhanden, die Bedenken wegen der Richtigkeit dieser Auffassung aufkommen lassen. Einmal ist zu nennen die Lage des Binnenkörpers, speziell des Drüsenkörpers, die ganz abweichend ist, weiter die starke und ungleichmäßige Entwicklung des linsenförmigen Körpers und die Furche zwischen der dorsalen und ventralen Hälfte. Diese Besonderheiten lassen sich viel leichter erklären, wenn es nicht um ein Organ, sondern um zwei zu einem Organ verschmolzene handeln würde. Schon bei früher betrachteten Formen fand sich, daß in dem orbitalen Doppelorgan Drüsenkörper an Drüsenkörper grenzt, so daß eine Verschmelzung nicht fremdartig erscheinen kann. Die Furche im linsenförmigen Körper würde noch ein Zeichen für die ehemalige Trennung sein, und die weniger starke Entwicklung des ventralen Teils würde ebenfalls mit einer solchen Ansicht übereinstimmen, da ja stets bei Doppelorganen das ventrale kleiner ist als das dorsale.

Die Gattung *Triplophos* leitet, wie gesagt, durch den Bau des drüsen- und linsenförmigen Körpers zu den *Sternoptychiden* im engeren Sinne über. Allen Gattungen dieser Gruppe ist gemeinsam 1. daß die Drüsenzellen in dicht gelagerten unregelmäßigen Gruppen angeordnet

sind, ein centrales Lumen stets fehlt, der Linsenkörper aus polygonalen Zellen mit homogenem Inhalt besteht und 2. daß stets einige Organe zu Gruppen vereinigt sind, die entweder nur einer Körperseite oder beiden angehören. Von *Maurolicus Pennanti* konnte ich leider keine gut konservierten Exemplare erhalten, doch ließen die Schnitte soviel erkennen, daß diese Form im Bau der Leuchtorgane sich eng an andere anschließt.

9. *Polyipnus spinosus* GÜNTHER.

(Taf. XXIV, Fig. 9—15; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 121, Taf. VII, Fig. 3, Textfig. 64—66.)

Beim geschlechtsreifen Tier sind die Leuchtorgane bis auf die Oeffnung ganz von der silberglänzenden Haut bedeckt, nur die Ränder des Pigmentmantels, die Kuppe des linsenförmigen Körpers, die als gelblichweiße Masse beim konservierten Exemplar in der Oeffnung erscheint, der sie bedeckende durchsichtige Gallertkörper und ein Teil des silbern glänzenden Reflektors sind erkennbar. Das orbitale Organ ist unter einer besonderen Pigmentdecke ganz verborgen, und nur ihre scharf umgrenzte Form und eine leichte Vorwölbung der Haut lassen vermuten, daß hier ein Organ gelegen sein möge. Die Form der Leuchtorgane kann daher erst nach der Entfernung der störenden Decken oder auf Schnitten erkannt werden. Sie wechselt sehr. Als Grundform für alle wird man wohl diejenige annehmen können, welche die Einzelorgane in den meisten Fällen zeigen. Sie ist sackförmig (Fig. 9) Der Sack, der mit seiner Längsachse vertikal zu derjenigen des Tieres gestellt ist, zeigt nahe seiner Mitte eine leichte Einschnürung, besonders auf der medialen Wand. Seine Oeffnung ist besonders bei den lateral am Körper liegenden schief abgeschnitten, derart daß die mediale Wand viel weiter ventrad reicht als die laterale, und das Licht sowohl ventrad wie laterad entweichen kann. Das suborbitale, ventrale operculare (Fig. 14) und auch das orbitale (Fig. 15, 13) zeigen eine andere Gestalt. Sie sind außerordentlich in die Breite entwickelt, aber seitlich stark abgeplattet und wenig tief. Man kann ihre Form am besten mit der eines seitlich zusammengepreßten Bechers vergleichen. Die Organgruppen nehmen eine besondere Stellung nur durch die Zusammensetzung aus mehreren Organen ein, die einzelnen Organe schließen sich den sackförmigen eng an.

Da der Bau der Organe trotz der verschiedenen Gestalt im wesentlichen derselbe ist, so genügt es von einem eine eingehendere Schilderung zu geben; es werden sich dann die Punkte, in welchen andere abweichen, mit wenigen Worten erläutern lassen.

Für die Schilderung wähle ich eines der letzten Organe der lateralen Rumpfreihe (Fig. 9, 10).

Außer dem Pigmentmantel, welcher das ganze Organ außer an seiner Oeffnung umschließt, kann man dieselben Teile wie bei den früher betrachteten unterscheiden, nämlich den Binnenkörper, die bindegewebige Hülle, den Reflektor und Gallertkörper; weiter kommen dann noch Blutgefäße und Nerven in Betracht.

Der Binnenkörper besteht aus dem drüsen- und linsenförmigen Körper. Die Grenze zwischen beiden fällt nicht mit der äußerlich hervortretenden Einschnürung des Sackes zusammen, sondern der Drüsenkörper ragt noch in den ventralen Teil hinein, ja bei diesen lateralen Organen liegt die Grenze erst auf der Höhe des lateralen Pigmentrandes.

Der Drüsenkörper füllt den Sack nicht gleichmäßig aus, sondern der letztere ist durch ein Septum, das von der medialen Wand schräg dorsad in den Binnenraum des Sackes eine ziemlich große Strecke eindringt, in zwei Abteilungen unvollständig gesondert und ebenso auch der Drüsenkörper. Auf einem Längsschnitt erscheint er deshalb hakenförmig gekrümmt. In allen Teilen ist er von kubischen oder niedrigen kegelförmigen Zellen (Fig. 10, *dr*) zusammengesetzt, die zu rundlichen oder länglichen Gruppen oder Strängen vereinigt sind. Diese liegen entweder in allen Teilen ungleichmäßig oder, wie es die meisten Organe zeigen (vgl. Fig. 10), in den peripheren, in koncentrischen Schalen übereinander, und nur im Grunde des Sackes allein regellos. Auch scheint es, als ob die Zahl der Gruppen in ersteren Teilen kleiner, ihr Umfang aber größer wäre als in dem letzteren. Die Gruppen zeigen meist zwei Reihen von Zellen, die mit ihren Spitzen einander zugekehrt sind, aber der Verband ist fast durchweg ziemlich locker, und zwischen den Zellreihen findet sich ebenso Bindegewebe wie an der Außenseite. Auch Blutgefäße verbreiten sich in den Septen der bindegewebigen Hülle sowohl innerhalb wie außerhalb der Gruppen. So weit sich bei der großen Zahl von Durchschnitten durch solche Zellgruppen beurteilen läßt, scheint kein Zusammenhang zwischen den einzelnen zu sein, sondern die Gruppen isoliert voneinander und von nicht zu großem Umfange zu sein. Die Zellen zeigen an einer Wand in der Regel einen homogenen, mit Hämatoxylin blau sich färbenden, mehr weniger breiten Saum, sonst besteht ihr Inhalt aus groben Sekretkörnern, die mit Eosin schwach rosa sich färben. Der Kern liegt in der blauen Wandzone oder auch außerhalb derselben.

Der linsenförmige Körper ist am Grunde konkav, an der Peripherie konvex gewölbt (Fig. 9, *l*). Der Gesamteindruck ist, daß man es mit einem homogenen, fest in sich gefügten Körper zu tun hat. Mit Eosin nimmt er eine schwach rosa Färbung an. Durch bindegewebige Septen, die von der Oberfläche bis oder fast bis zum Drüsenkörper einschneiden, ist er in parallel zur Längsachse des Organs stehende Säulen gesondert. Jede Säule ist aus meistens spindelförmigen Zellen zusammengesetzt, deren Inhalt homogen erscheint, und deren Kern central liegt. Die Zellen sind im peripheren Gebiet in jeder Säule radiär angeordnet, in den übrigen Teilen stehen sie zumeist mit ihrer Längsachse fast parallel zu der der Säule, nur in der an den Drüsenkörper anstoßenden Zone liegen sie unregelmäßiger, und ihre Form ist hier polyedrisch (Fig. 10, *l*). Auch Blutgefäße findet man, wenn auch sehr vereinzelt, in den Septen (*bl*).

Die beiden Teile des Binnenkörpers erscheinen bei schwacher Vergrößerung scharf voneinander abgegrenzt. Bei genauerer Prüfung mit stärkeren Objektiven bemerkt man aber, wie an einzelnen Stellen Zellen des einen Teils in den andern hineinragen, und die Grenzlinie keine gerade ist. Vereinzelt trifft man auch Zellen, die man auf Grund ihres allgemeinen Aussehens für Linsenzellen halten würde, aber körnigen Inhalt haben und auch dunkler als typische Linsenzellen sich färben. Bei der Betrachtung solcher Bilder drängt sich die Ansicht auf, es möchten Drüsenzellen in Linsenzellen allmählich sich umwandeln. Ist dieselbe auch nicht auszuschließen, so ist doch dagegen anzuführen, daß die Zahl solcher Bilder sehr spärlich ist und auch nicht alle Stadien eines Ueberganges vorhanden sind, und ferner, daß an den meisten Stellen die Grenze sehr scharf ausgeprägt ist.

Der Reflektor besteht aus Fasern mit langen schmalen Kernen; wie es scheint, ist er in zwei Teile gesondert. Der eine liegt in dem ventral von dem erwähnten Septum liegenden Teile der Pigmentwand an und ist wie diese auf der medialen Wand stärker entwickelt als auf

der lateralen, der andere liegt im dorsalen Teil des Sackes. Jener besteht aus eng aneinander parallel gelagerten Fasern, dieser dagegen aus lockerer angeordneten und durchflochtenen Fasern. Wie mir scheint, ist es aber nur die verschiedene Anordnung, die die Teile verschieden erscheinen läßt. In Wirklichkeit hat man es nur mit einer und derselben Zellart zu tun.

Der Gallertkörper, der ebenfalls medial weiter ventrad reicht wie lateral, ist noch überdeckt von der dünnen Schuppe.

Nerven lassen sich leicht nachweisen. Sie durchdringen an verschiedenen Stellen, wie es z. B. Fig. 9, *n* zeigt, den Pigmentmantel und Reflektor und ziehen sicher in den Drüsenkörper hinein. Ihren weiteren Verlauf konnte ich aber nicht verfolgen. Ich möchte für die Beurteilung hier schon auf die Beobachtungen verweisen, welche ich hinsichtlich der Nerven bei *Sternoptyx* und *Argyropelecus* gemacht habe.

Unter den einfachen Organen fallen, wie oben schon erwähnt wurde, das suborbitale und ventral auf dem Kiemendeckel liegende schon bei makroskopischer Betrachtung durch ihre Größe auf (Fig. 14). Während in transversaler Richtung des Körpers sie nicht breiter sind als die beschriebenen lateralen Organe, sind sie in sagittaler Richtung riesig entwickelt. Der Bau ist aber sonst derselbe.

Eine ganz ähnliche Gestaltung und Entwicklung zeigt auch das orbitale Organ (Fig. 13 u. 15), aber es bietet noch einige Eigentümlichkeiten. Es liegt auf der nasalen Seite des Auges etwa auf der Höhe seiner Mitte. Während alle andern ventrad geöffnet sind, ist dieses caudad, also gegen das Auge geöffnet. Wie der Horizontalschnitt durch den Kopf (Fig. 13) zeigt, wirft es sein Licht in die vordere Augenkammer, denn nach dieser Seite versperrt kein Pigment den Weg, und auch der Knorpel der Sklera kann, weil er durchsichtig ist, nicht in Betracht kommen. Lateral ist dagegen der Austritt des Lichtes nicht nur durch den eigenen Pigmentmantel (*p*) verhindert, sondern auch noch durch eine besondere Pigmentplatte der Haut (*lp*), die sogar stärker als jener ist und am orbitalen Rand noch mediad sich einkrümmt. Diese accessorische Platte ist es, die man bei makroskopischer Betrachtung des Tieres sieht, der Pigmentmantel des Organs wird durch sie ganz verdeckt. Außen von ihr liegt eine dünne schuppenförmige Knochenplatte (*s*), die das Organ gegen Verletzungen schützt. Untersucht man einen Sagittalschnitt durch den Kopf (Fig. 15), so sieht man, daß ventral der Pigmentmantel nicht geschlossen ist und auf dieser Seite der linsenförmige Körper ebenfalls entwickelt ist. Da seitlich überall Pigment (*lp*) liegt, so ist ein Entweichen des Lichtes nach außen nicht möglich, sondern nur in ventraler Richtung in das Gewebe des Kopfes. Dieser eigentümliche Bau findet vielleicht am besten in der Weise seine Erklärung, daß das Organ wie alle andern ursprünglich ventrad geöffnet gewesen ist, dann aber zugleich mit geringer Veränderung seiner Lage sich caudad stärker entwickelt und hier auch gegen das Auge sich geöffnet hat. Die ventrale Oeffnung und die Ausbildung des linsenförmigen Teils würden mithin noch die letzten Zeichen der einstigen Lage sein. Dem orbitalen Organ ist endlich noch eigentümlich, daß ein Reflektor völlig fehlt.

Eine andersartige Abweichung bieten die Organe, welche zu einer gemeinsamen Gruppe miteinander vereinigt sind. Die Vereinigung erfolgt entweder nur zwischen Organen einer Körperseite oder auch noch mit den korrespondierenden der anderen Seite. Zu der ersteren Art gehören die präcaudalen, analen, branchiostegalen, die zwischen Bauch- und Analflosse

liegenden Organe, die zwei ersten der lateralen Reihe und die Isthmusorgane; zu der letzteren die Organe des Bauchkiels. Bei den nur in sagittaler Richtung des Körpers verbundenen (Fig. 12) stellt der Drüsenkörper aller, soweit er im Sack gelegen ist, eine gemeinsame strangförmige Masse dar (*dr*), aus welcher hintereinander mehrere schornsteinartige Kanäle nach außen führen. Diese letzteren sind mit einem Teil des Drüsenkörpers, dem ganzen linsenförmigen Körper (*l*), dem Gallertkörper (*g*) und dem nahe der Oeffnung liegenden Abschnitt des Reflektors (r^1) ausgefüllt. Diese Teile sind also in jeder Gruppe voneinander ganz getrennt, während der Pigmentmantel, der tiefere Teil des Drüsenkörpers und der ihn umgebende Reflektor (*r*) eines jeden Organs mit dem benachbarten verbunden ist. Die Oeffnung eines jeden Schornsteins ist dann noch überdeckt von einer Schuppe (*s*).

Bei den Organen des Bauchkiels, die nicht nur untereinander auf jeder Seite, sondern auch noch mit denen der anderen Körperseite verbunden sind, geschieht die Vereinigung in folgender Weise. Von jedem Drüsenkörper eines Paares (Fig. 11) geht caudad ein dünner Strang ab. Beide Stränge konvergieren und verschmelzen dann in breiter Masse miteinander, bilden also einen kurzen, in der Mitte des Bauchkiels verlaufenden unpaaren Strang. Von diesem gehen dann bald wieder zwei dünne Stränge ab, die divergieren und bald mit den Drüsenkörpern des nächsten Paares zusammenfließen. Die Verbindung der Organe in sagittaler Richtung ist hier also bedeutend schwächer als in transversaler und als es bei der zuerst besprochenen Gruppe der Fall ist. Die Verbindungsbrücken enthalten auch hier nicht nur den Drüsenkörper, sondern auch den Reflektor und sind ebenfalls vom Pigmentmantel umschlossen.

10. *Sternoptyx diaphana* Hermann.

(Taf. XXII, Fig. 8—14; Taf. XXIII, Fig. 1—6; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 115, Textfig. 56—58.)

Im systematischen Teil habe ich bereits auf die makroskopisch auffallenden Unterschiede, welche die Leuchtorgane von *Sternoptyx* gegenüber den verwandten Gattungen *Polyipnus* und *Argyropelecus* zeigen, aufmerksam gemacht. Sie betreffen besonders die Lage des orbitalen Organs und das Hervortreten der Organe. Es ist hier infolge der stärkeren Pigmentierung der Haut viel schwächer, so daß es bei wenig abgeriebenen Exemplaren oft schwer fällt, bestimmte Organe, so besonders die lateral gelegenen zu finden. Auch der Bau bietet in manchen Punkten Verschiedenheiten.

Da die Organe sehr groß sind, habe ich meist nur Uebersichtsbilder bei schwacher Vergrößerung gegeben und nur einzelne Teile genauer ausgeführt.

Als Beispiel wähle ich eines der zwischen der Bauch- und Analflosse liegenden ventralen Organe (Fig. 8). Die Gestalt ist sackförmig; es findet sich an keiner Stelle irgendwelche Einschnürung. Das Organ ist mit seiner Längsachse quer zu der des Körpers gestellt, die Oeffnung liegt ventral. Das dorsale Ende läuft spitz aus, gegen die Oeffnung verengt sich der Durchmesser etwas. Der Binnenkörper, der den Sack zum größten Teil ausfüllt, besteht wie bei *Polyipnus* aus dem drüsen- und linsenförmigen Körper, letzterer ist aber viel geringer entwickelt als bei jener Form. Die Drüsenzellen (Fig. 8, 10, *dr*) sind in verschieden geformten Gruppen angeordnet, gegen die Oeffnung zu liegen sie in konkav gewölbten Schichten übereinander, gegen den Grund des

Sackes dagegen wird ihre Anordnung unregelmäßig und die Gruppen sind weniger lang gestreckt, mehr kuglig oder ellipsoidisch und im allgemeinen von geringerem Umfang. In der Nähe der Grenze des linsenförmigen Körpers (Fig. 10, *l*) sind sie sehr flach und auch klein. Jede Gruppe wird je nach der Größe von einer verschieden großen Zahl von großen Drüsenzellen gebildet. Sie liegen unregelmäßig nebeneinander oder, wie es besonders nahe der Peripherie der Fall ist, in einer Schicht. Ihre Form ist polyedrisch oder niedrig kegelförmig. Der Kern liegt einer Seite an, aber auffallenderweise nicht in einer besonders differenzierten körnerfreien Schicht, vielmehr ist die ganze Zelle mit verschieden großen Sekretkörnern, die nur durch ein feines, etwas bläulich sich färbendes Plasmanetz getrennt sind, dicht erfüllt. Neben kleineren Körnern, die mit Eosin sich intensiv rot färben, finden sich größere, die mehr gelblichen Ton annehmen. Möglicherweise ist an diesem verschiedenen Bilde die Konservierung schuld. Darauf deutet der Umstand, daß in den peripheren Teilen, die am besten konserviert sein dürften, nur die kleineren Körner sich finden. Vereinzelt findet man auch zwischen den Zellen solche runde oder auch anders geformte, mehr tropfenartig erscheinende Sekretmassen, sie dürften aber wahrscheinlich durch Platzen von Zellen bei der Konservierung oder durch künstlichen Druck frei geworden sein. Jede Gruppe von Drüsenzellen ist durch Fortsätze der bindegewebigen Hülle, die den ganzen Drüsenkörper und auch den linsenförmigen umschließt, von der andern isoliert. In diesen Septen verlaufen auch die Blutgefäße (*bl*).

Der linsenförmige Körper (Fig. 10, *l*) sitzt wie eine niedrige Kappe dem Drüsenkörper an. Er besteht aus polyedrischen Zellen, die gegen die Peripherie breiter werden und zum Teil rundliche Gestalt annehmen, dagegen nahe der Grenze des Drüsenkörpers sich abplatten. Sie färben sich mit Eosin gleichmäßig intensiv rot außer dem runden Kern, der meist central gelegen ist. Der Zellinhalt erscheint aus feinen, sehr dicht gelagerten Körnchen zusammengesetzt, bei einigen Organen ganz oder wenigstens zum großen Teil homogen, und die Zellen, deren Ränder scharf gezeichnet sind, sehen dann aus wie aus festem Sekret bestehende Schollen. In der Grenzzone habe ich keine Uebergänge zwischen den Zellen der beiden Teile des Binnenkörpers gefunden, vielmehr zeigten alle Zellen stets den typischen Bau der einen oder der andern Zellform. Die bindegewebige Hülle dringt allerdings nur in den peripheren Teil ein und teilt ihn in Säulen. Vom Centrum der Peripherie des linsenförmigen Körpers geht noch ein Strang (Fig. 8, *af*) aus, der den größten Teil des ihm vorgelagerten Gallertkörpers durchzieht. Auf allen Präparaten von den Leuchtorganen eines älteren, 2,9 cm langen Exemplars fand sich im Innern des Stranges ein Hohlraum. Da er aber nicht scharf begrenzt war, sondern die ihm anliegenden Zellen zum Teil in ihn eindrangen, zum Teil Brücken nach der andern Wand bildeten und selbst in ihm lagen, so möchte ich glauben, daß der Hohlraum ein Kunstprodukt ist, erst bei der Konservierung entstanden ist. Auch wenn die Zellen anderer Art sind als die des Linsenkörpers, so z. B. keine Sekretkörner enthalten, sondern von indifferenter Natur erscheinen, so geht doch aus der Kontinuität des Stranges mit dem linsenförmigen Körper, die auf allen Präparaten sichtbar ist, hervor, daß er diesem zuzurechnen ist und nicht etwa dem Gallertkörper. Noch klarer wird dieses erwiesen durch die Verhältnisse, die jüngere Organe bieten, wie unten näher gezeigt werden soll; ich werde dann auch erst mich über die etwaige Bedeutung dieses Stranges äußern.

Außerhalb der bindegewebigen Hülle liegt der Reflektor (*r*). Innerhalb des eigentlichen

Sackes ist er stark entwickelt und besteht hier aus faserförmigen Zellen mit langen, schmalen Kernen. Die Fasern sehen bei durchfallendem Licht grauweiß aus, bei auffallendem glänzen sie silbern. Auch im Bereich des linsenförmigen und Gallertkörpers findet sich besonders an der medialen Wand des Pigmentmantels eine Schicht (Fig. 8, r^1) von ähnlich geformten Fasern, die aber lockerer angeordnet, von jener scharf abgegrenzt ist und keinen Silberglanz zeigt. Ich möchte sie ebenfalls für einen Reflektor halten. Denn den Mangel des Glanzes und die lockere Anordnung findet man auch bei der Faserschicht, welche fraglos den Silberglanz der Haut erzeugt. Auffallend ist, daß auf der lateralen, also vom Pigmentmantel freien Seite des Organs, der sogenannten Oeffnung in den meisten Fällen eine Schicht von Pigmentzellen vorgelagert ist, welche die Stärke des Lichtes und des Reflektors, wenn auch nicht gänzlich aufheben, so doch sehr abschwächen. Dasselbe beobachtete ich auch beim Reflektor der Haut. Besonders bei der Varietät *St. diaphana obscura* breiten über den Reflektor große Pigmentzellen ihre stark verästelten schwarzen Fortsätze aus, und nur durch die von ihnen freigelassenen Lücken leuchtet der Silberglanz hervor.

Der Pigmentmantel, der das Organ als äußerste Hülle umschließt, ist auffallend schmal; er setzt sich aus vielen Zellen zusammen. Auch der Gallertkörper ist dünn; er dehnt sich aber besonders bei den lateral gelegenen Organen sehr weit ventrad aus. Seine Zellen sind meist parallel zueinander und zur Oberfläche des linsenförmigen Körpers gelagert.

Blutgefäße durchsetzen stets an verschiedenen Stellen den Pigmentmantel und Reflektor und verbreiten sich dann innerhalb der Septen der bindegewebigen Hülle.

In Bezug auf die Frage der Innervierung ist das Resultat der Untersuchung ein negatives gewesen. Wohl habe ich in einigen wenigen Fällen Nervenäste durch die Pigmenthülle und auch durch den Reflektor eindringen gesehen, so z. B. von der dorsalen Seite in die anale Gruppe (Fig. 14, *n*) und ebenso in das noch zu besprechende accessorische ventrale Organ (Taf. XXIII, Fig. 3, *n*), aber in diesen und andern Fällen verzweigte sich der Nerv nicht innerhalb des Organs und fand hier sein Ende, sondern durchsetzte es in grader Linie und trat auf der gegenüberliegenden Seite wieder aus. Es kann also von einer Innervierung der Leuchtorgane in diesen Fällen keine Rede sein. Obwohl ich sämtliche Organe Schnitt für Schnitt durchgemustert habe, ist mir in keinem einzigen Fall ein Nerv begegnet, der im Organ sein Ende fand. Zuweilen glaubte ich, daß mein Suchen ein positives Resultat gefunden hätte, aber bei genauerer Verfolgung stellte es sich heraus, daß der vermeintliche Nervenast nichts anderes war als ein kollabiertes Blutgefäß, das leicht einen solchen vortäuschen kann. Ich muß deshalb auf Grund meiner Untersuchung eine Innervierung der Leuchtorgane von *Sternoptyx* bestreiten.

Unter den Abweichungen, welche einige Organe von dem oben beschriebenen Bilde bieten, möge zunächst die Vereinigung einiger zu Gruppen besprochen werden. Einfache Organe sind nur das orbitale, das suborbitale und das operculare, die übrigen sind Gruppenorgane, und zwar sind die Organe am Isthmus, die branchiostegalen, die lateralen und die zwischen der Bauch- und Analflosse gelegenen auf jeder Seite des Körpers für sich, nur in sagittaler Richtung verbunden, dagegen sind die des Bauchkiels, die analen und präcaudalen in sagittaler Richtung untereinander und in transversaler mit den korrespondierenden der andern Körperseite vereinigt. Das erste anale Organ, das mehr dorsal als die andern gelegen ist, bietet noch besondere Verhältnisse, die unten näher zu betrachten sind.

An der Vereinigung sind wie bei *Polyipnus* nur die Drüsenkörper, Pigmentmantel, die bindegewebigen Hüllen und die den Drüsenkörper umschließenden Reflektoren beteiligt, die Vereinigung ist hier aber eine viel breitere. Schmale Verbindungsbrücken fehlen ganz. Der gemeinsame Pigmentmantel (Fig. 12—14) bildet einen großen weiten Kanal, der in bestimmten Abständen schornsteinartig sich nach außen öffnet. In der thoracalen Gruppe, im sogenannten Bauchkiel erscheint der Kanal (Fig. 12) etwas plattgedrückt, sonst gleichmäßig rund. Die Schornsteine sind nur kurz und umschließen nur die linsenförmigen Körper, die Gallertkörper und den äußeren Teil des Reflektors. Sehr deutlich ist auch hier die koncentrische Anordnung der Drüsenzellen, am klarsten (Fig. 12, 13) in den peripheren, an den Linsenkörper anstoßenden Teilen, dagegen verliert sie sich ganz in den zwischen zwei Schornsteinen gelegenen Partien. Bei den lateralen Organen (Fig. 9) zeigt der Drüsensack noch die Abweichung, daß hier ein Septum von der medialen Wand etwas ventrad eindringt und dadurch einen Teil des Sackes blindsackartig abkammert. Aehnliches, nur in stärkerer Ausbildung, wurde auch bei *Polyipnus* in einigen lateralen, einfachen Organen beobachtet. Im übrigen ist durch die Gruppenbildung kein weiterer wichtiger Unterschied im Bau bedingt. Zu erwähnen wäre höchstens noch, daß die vom linsenförmigen Körper ausgehenden und den Gallertkörper zum Teil durchziehenden Stränge in den größeren Gruppen, so den am Bauchkiel, zwischen der Bauch- und Analflosse und an dieser gelegenen in den korrespondierenden Organen beider Körperseiten konvergieren, also mediad verlaufen (Fig. 12, *af*).

Während bei allen andern von mir untersuchten *Sternoptychiden* das orbitale Organ ventral am vorderen Augenrande oder direkt vor dem Auge gelegen ist, findet es sich bei *Sternoptyx* postorbital. Es dürfte dem Organ entsprechen, das bei den andern die gleiche Stelle einnimmt, aber zum Auge in keiner Beziehung steht, sondern wie alle anderen Organe ventrad geöffnet ist. Auffallenderweise ist präorbital bei *Sternoptyx* überhaupt kein Organ vorhanden. Wie der Sagittalschnitt durch den Kopf (Taf. XXIII, Fig. 2) zeigt, ist der Drüsensack ventrad umgebogen, und der Gallertkörper wie auch der vom linsenförmigen Körper ausgehende Strang nach derselben Richtung stark entwickelt. Der Horizontalschnitt durch den Kopf (Fig. 1) lehrt weiter, daß das Organ laterad durch die Pigmentschicht der Haut (Fig. 1, *lp*) ganz abgesperrt ist, so daß das Licht nur gegen das Auge entweichen kann. Die Art der Gestaltung des Gallertkörpers dürfte noch dafür ein Anzeichen sein, daß es ursprünglich wie das postorbitale Organ bei andern *Sternoptychiden* ventrad gerichtet gewesen ist. Es müßte sich mithin einmal gegen das Auge gedreht und weiter der Drüsensack sich ventrad umgebogen haben. Das Organ ist ferner noch dadurch von den orbitalen der verwandten Gattungen ausgezeichnet, daß ein Reflektor (*r*) in gleicher Stärke wie bei den gewöhnlichen Organen vorhanden ist.

Eine eigentümliche Besonderheit bietet noch das erste Organ der analen Gruppe (Taf. XXIII, Fig. 3). Es liegt bedeutend mehr dorsal als die andern und erscheint bei makroskopischer Betrachtung ganz wie ein einfaches Organ. Querschnitte durch den Körper decken aber andere Verhältnisse auf. Es ist kürzer als die andern analen Organe, sonst aber ganz gleich gebaut. Dorsal ist ihm aber eng angelagert noch ein anderes Organ. Dieses besteht aber nur aus dem Drüsenkörper; die peripheren Teile, der linsenförmige und Gallertkörper, fehlen ganz. Die Drüsenzellen (Taf. XXII, Fig. 11) erscheinen etwas anders, indem der Kern central liegt, und die Zellen sind gleichmäßig mit rot sich färbenden Sekretkörnern, die kleiner sind als im benachbarten

Organe, erfüllt. Einige kleine Zellgruppen vom gleichen Bau (Fig. 3 dr^2) liegen auch noch ventral zerstreut im Reflektor. Der Pigmentmantel fehlt auf der Strecke, auf der es dem ventralen größern Organ anliegt, ganz, denn der hier sich findende ist nur einfach und dürfte ganz dem letzteren zuzurechnen sein. Auch dorsal lateral fehlt er und ebenso zeigt hier der Reflektor eine Unterbrechung. Es liegt hier zwar einer (r^1), dessen Fasern vom Organ gegen die Peripherie der Haut ziehen, aber er ist von dem die Innenwand des Sackes auskleidenden scharf getrennt und dürfte mit größerer Wahrscheinlichkeit dem Reflektor der Haut zuzurechnen sein. Aber trotz des Fehlens des Pigmentmantels auf der lateralen Seite kann das Licht hier nicht nach außen dringen, denn außer dem zuletzt erwähnten Reflektor liegt außen von diesem noch die Pigmentschicht der Haut. Daß ein Nerv das Organ durchsetzt, ohne sich in ihm zu verzweigen, habe ich bereits oben erwähnt. Blutgefäße dringen wie in andere Organe auch in dieses ein.

Die Eigentümlichkeiten dieses kleinen Organs machen die Ansicht wahrscheinlich, daß es als rudimentär zu beurteilen ist. Darauf deutet auch ein Entwicklungsstadium, das ich bei einem 1,2 cm langen Tier gefunden habe. Hier liegt lateral dem ersten analen Organ eine Anlage an, die bereits weit ausgebildet ist (Taf. XXIII, Fig. 4). Bei dem ersteren ist die laterale Pigmentwand nicht ganz geschlossen und ebenso hier nicht der Reflektor. In dieser Lücke grenzen aber die Drüsenkörper der beiden Organe direkt aneinander, der der Anlage (dr^1) ist bedeutend und histologisch noch weniger differenziert als der im größeren Organ. Die Anlage eines linsenförmigen Körpers fehlt ganz. Auf der lateralen Seite ist eine starke Reflektorschicht vorhanden, die aber in den gewöhnlichen Reflektor der Haut sich fortsetzt. Der Pigmentmantel ist in der Anlage vorhanden. Durch Verwachsung des Pigmentmantels und des Reflektors dürfte ein Schluß der erwähnten Lücke eintreten. Die enge Anlagerung, besonders der Anlage des Drüsenkörpers macht es wahrscheinlich, daß das kleine accessorische Organ nur ein Teil des großen ist, der sich abgetrennt hat und nur noch rudimentär sich entwickelt. Auch das kann man als ein Zeichen für eine rudimentäre Ausbildung ansehen, daß es scheinbar in der Entwicklung große Verschiedenheiten zeigt. So fand ich bei zwei gleich alten Exemplaren nichts von dem accessorischen Organ.

Eine andere Möglichkeit wäre, daß dieses Organ ein selbständiges, von dem ventralen größern ganz unabhängiges wäre. Dagegen aber sprechen die Bilder, welche einige Entwicklungsstadien von anderen Organgruppen zeigen. Sie bieten auch nach anderen Richtungen Interesse und geben auch Anhaltspunkte für die Beurteilung einzelner Teile des ausgebildeten Organs.

Das jüngste Stadium, das ich gefunden habe, ist in Fig. 5, o^3 dargestellt, es betrifft das vierte Organ der präcaudalen Gruppe. Es zeigt nur einen eiförmigen, aus gleichen, plasmareichen Zellen zusammengesetzten, einheitlichen Haufen, der bereits in der Cutis liegt und umgeben ist von mehreren Schichten anderer Zellen. Der Haufen stellt die Anlage des ganzen Binnenkörpers dar und die umschließenden Zellen wahrscheinlich die Anlage der bindegewebigen Hülle, des Reflektors, Pigmentmantels und Gallertkörpers. Etwas älter ist das Stadium, auf dem bei demselben Tier das erste Organ derselben Gruppe (o^2) steht. Es unterscheidet sich nur dadurch, daß der Haufen größer, länger ist und durch einen Strang von Zellen mit der Oberfläche in Verbindung steht. Vielleicht ist ein solcher auch schon bei dem jüngeren Stadium vorhanden, ich konnte es aber, da die Schnittrichtung etwas schief zur Längsachse des Organs liegt, nicht sicher entscheiden. Auf keinen Fall ist die Anlage des Stranges eine so starke wie

bei diesem Organ. Ein etwas älteres Stadium zeigt das letzte Organ der zwischen der Bauch- und Analflosse gelegenen Gruppe (Fig. 6, o^2). Hier ist bereits eine Sonderung des Zellhaufens in einen proximalen und distalen Teil eingetreten, und die histologische Differenzierung weit vorgeschritten. Der erstere stellt die Anlage des Drüsenkörpers, der letztere die des linsenförmigen dar. Was hier besonders auffällt, ist einmal, daß der distale Teil im Verhältnis zum proximalen viel größer ist als bei den ausgebildeten Organen, und ferner, daß die Drüsenzellen des proximalen Teils eine blau sich färbende Basalzone besitzen, in welcher der Kern liegt, während der übrige Teil der Zelle von kleinen Sekretkörnern, die mit Eosin sich rot färben, erfüllt wird, und endlich, daß die Zellen des distalen Teils an der Peripherie epithelartig regelmäßig angeordnet liegen und direkt in einen Strang übergehen. Während die anderen Zellen sehr feinkörnigen Inhalt besitzen, zum Teil homogen erscheinen und rosa sich färben, zeigen diese kleineren Zellen des Stranges nicht diese Differenzierung. Die bindegewebige Hülle setzt sich auf den Strang fort. Auf Grund dieser Bilder vom Strange, die diese und noch ältere Stadien übereinstimmend bieten, scheint mir keine andere Ansicht möglich als die, daß der Strang das Rudiment eines Ausführungsganges und daß die Drüse einst einen centralen Sinus gehabt hat, der durch den Gang nach außen gemündet hat.

Der Reflektor ist noch ohne Glanz, die Zellen noch wenig faserartig und nicht sehr zahlreich.

Die späteren Stadien zeigen bereits fast ganz die Verhältnisse des ausgebildeten Organs. Wie die Fig. 5 und 6, o^1, o zeigen, schwindet die basale Zone in den Drüsenzellen mehr und mehr, dagegen werden die Sekretkörner größer.

Diese Entwicklungsstadien geben ferner auch Auskunft darüber, wie die Vereinigung der Organe erfolgt. In der präcaudalen Gruppe (Fig. 5) ist offenbar das dritte Organ das zuerst gebildete, sein Drüsenkörper ist bereits mit dem des korrespondierenden Organs der andern Körperseite vereinigt. Dann hat sich das zweite, dann das erste und zuletzt das vierte angelegt; und zwar erfolgt ihre Anlage außerhalb des Pigmentmantels des zuerst gebildeten. Die ventrale Gruppe (Fig. 6) zeigt, wie das letzte Organ nur noch in einer schmalen Zone durch den Pigmentmantel von den andern getrennt ist. Zwischen dem zweiten und dritten ist dieser bereits ganz geschwunden, auch der Reflektor ist hier bereits undeutlich, dagegen sind die Drüsenkörper noch getrennt. In anderen Gruppen, bei denen auch dieser letzte Schritt geschehen ist, kann man noch an der verschieden starken Differenzierung der Drüsenzellen erkennen, daß die Vereinigung erst kurz vorher eingetreten ist, und welche Organe die zuerst und welche die zuletzt angelegten sind.

v. LENDENFELD ist der einzige, welcher bisher die Leuchtorgane von *Sternoptyx* untersucht hat. Seine erste Mitteilung (1889) gibt ein derartig falsches Bild, besonders vom Bau des Binnenkörpers, daß, wenn er nicht die Gruppenorgane abbildete, man nur annehmen könnte, er habe eine ganz andere Form als *Sternoptyx* vor sich gehabt. Der Drüsenkörper soll aus radiär angeordneten Röhren („tubes") bestehen, der Reflektor aus „calcareous spicules", der linsenförmige Körper ist überhaupt nicht erkannt u. a. In seiner zweiten Arbeit (1905), die *St. obscura*, nicht, wie die erste, *St. diaphana* behandelt, hebt er die Aehnlichkeit der Organe mit denen von *Argyropelecus* richtig hervor. Seine Figur zeigt, daß er jetzt die einzelnen Teile des Binnenkörpers richtig erkannt hat. Die Zusammensetzung des Drüsenkörpers aus Zellgruppen ist aber nicht erkannt worden. Die verschiedenen Resultate, die er jetzt gegen früher erhalten hat,

scheint er durch die Verschiedenheit der untersuchten Arten erklären zu wollen, indessen ist dieses nicht möglich. Denn ich habe beide genau untersucht und keine Unterschiede gefunden. Wie ich im systematischen Teil bereits ausgeführt habe, kann ich *St. obscura* nur als eine Varietät von *St. diaphana* ansehen. Das orbitale Organ hat er nicht gesehen.

II. *Argyropelecus* Cocco.

(Taf. XXIII, Fig. 7—14; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 101 ff., Taf. VII, Fig. 1—2, Textfig. 43—55.)

Infolge der leichten Beschaffung und der auffallenden Größe der Leuchtorgane hat *Argyropelecus* größere Beachtung gefunden. Zuerst haben Ussow und Leydig, dann in dem letzten Jahrzehnt unter Anwendung der modernen Methoden Brandes, Chiarini, Handrick und v. Lendenfeld die Organe untersucht. Die wichtigeren Verhältnisse des Baus sind zumeist richtig dargestellt worden, doch ergab meine Untersuchung in manchen Punkten mehr minder wichtige Abweichungen und Ergänzungen. Ich gebe deshalb und, um die ganze Darstellung abzurunden, eine neue Beschreibung, werde dabei aber die bereits sicher gestellten Punkte nur kurz berühren. Da die Angaben Leydig's und Ussow's bereits von den späteren Forschern genügend erörtert sind, so werde ich sie fast ganz außer acht lassen. Ebenso brauche ich die Beschreibung, die v. Lendenfeld in der ersten Arbeit, im Challenger-Werk (1887) gegeben hat, nicht weiter zu berücksichtigen, da sie in fast allen Punkten falsch ist. Die 1905 von diesem Forscher gegebene neue Darstellung ist zwar im allgemeinen richtig, doch steht sie entschieden hinter denen, die Brandes und Chiarini 1900 und Handrick 1901 gegeben haben, zurück. Die Ursache für die verschiedenen Resultate, die er früher und jetzt erlangt hat, scheint er wieder wie bei *Sternoptyx*, hauptsächlich in der Verschiedenheit der untersuchten Arten zu sehen, indessen trifft dieses auch hier nicht zu. Ich habe sowohl *A. hemigymnus* wie *lychnus*, welche Art meiner Ansicht nach mit *A. Olfersi* identisch ist, untersucht, aber im Bau keine Unterschiede gefunden. Ebenso verhalten sich die Organe von *A. affinis*, welche Art noch am meisten von den andern sich entfernt, so daß die folgende Beschreibung für die Gattung Gültigkeit hat.

Da die Leuchtorgane zum größten Teil von der silberglänzenden Haut verdeckt sind, so ist von ihnen äußerlich ohne Entfernung der Haut nicht mehr erkennbar als die „Oeffnung", und die in ihrem Bereich liegenden Gallertkörper, Linsenkörper, die Ränder des Pigmentmantels, und weiter scheint der silberglänzende Reflektor durch. Nach Entfernung der Haut sieht man, daß die Organe dorsoventral gelagert sind, ventrad sich öffnen, daß sie sackförmig oder, wie Brandes sagt, tütenförmig und nahe der Mitte etwas eingeschnürt sind. Nur das orbitale Organ stellt sich anders dar, nämlich als ein oblonger, vorn ventrad etwas ausgezogener Pigmentfleck, auf dessen caudaler, dem Auge benachbarter Seite der linsenförmige Körper etwas sichtbar ist. Ferner lehrt die makroskopische Betrachtung sofort, daß die Organe in zwei Gruppen, in Einzelorgane und Organgruppen zu teilen sind. Ihre Anordnung ist im systematischen Teil ausführlich besprochen.

Da der Bau, wie gesagt, bei allen Organen prinzipiell derselbe ist, so wähle ich zur ausführlichen Darstellung ein Einzelorgan und zwar eines der letzten lateralen Organe. Die Ab-

weichungen, welche die Gruppenorgane durch ihre Verschmelzung und das orbitale Organ durch seine Beziehungen zum Auge zeigen, werden sich leicht anfügen lassen.

Außen sind die Organe vom Pigmentmantel umschlossen, dann folgt nach innen zunächst der Reflektor, dann die bindegewebige Hülle, dann der Binnenkörper, der wieder aus dem drüsen- und dem linsenförmigen Körper besteht, und ihm ist noch ein Gallertkörper vorgelagert, der von einer dünnen Schuppe und weiter von der Epidermis bedeckt wird.

Der Pigmentmantel besteht wie überall aus zahlreichen spindelförmigen Zellen, die mit schwarzen Körnern dicht erfüllt sind.

Der Reflektor[1]) (Fig. 7, *r*) ist außerordentlich kräftig entwickelt, seine langen schmalen Fasern erscheinen bei durchfallendem Licht grau, bei auffallendem glänzen sie silbern. Auf dünnen Schnitten erkennt man in ihnen, wie schon Handrick berichtet, einen sehr langen und schmalen Kern. Soweit der Reflektor dem Drüsenkörper anliegt (*r*), ist er so breit wie bei keinem andern Fisch, im distalen Teil des Binnenkörpers (*r'*) findet er sich nur auf der medialen Wand, und die Fasern bilden nicht eine so dichte Schicht und nehmen mit Eosin eine geringe rötliche Färbung an; da sie ferner von dem proximalen Teil des Reflektors scharf abgesetzt erscheinen, so könnte man zu der Ansicht kommen, daß beide Teile verschiedener Art seien. Indessen möchte ich auf Grund der Durchsicht vieler Präparate eine solche Ansicht nicht vertreten, sondern beide nur als Teile eines und desselben Reflektors beurteilen. Auch die früheren Autoren haben diese Auffassung.

Die bindegewebige Hülle umschließt den Gallert- und ganzen Binnenkörper, ist ebenfalls kräftig entwickelt und dringt auch in ihn ein und bildet hier ein reiches Maschenwerk. Durch die kleinen schmalen, sich dunkel färbenden Kerne ist sie leicht zu verfolgen.

Der Drüsenkörper, der den proximalen Teil des Binnenkörpers bildet und den Sack bis zur Ringfurche ausfüllt, setzt sich zusammen aus polygonal gestalteten Gruppen von Drüsenzellen. Jede Gruppe besteht aus mehreren Zellen, die meist kegelförmig sind, und ist durch die bindegewebige Hülle von der benachbarten getrennt. Brandes, Handrick (besonders nach seinen Fig. 10 und 11 auf Taf. V und Fig. 2 auf Taf. VI zu urteilen) und auch v. Lendenfeld scheinen anzunehmen, daß die einzelnen Drüsenzellen voneinander durch das bindegewebige Maschenwerk isoliert sind, das ist nicht der Fall, sondern, wie die Fig. 3 Handrick's auf Taf. VI richtig zeigt, handelt es sich immer um Gruppen. Wie Chiarini bereits beschreibt, sind diese Zellgruppen nur in der peripheren, d. h. an den linsenförmigen Körper angrenzenden Zone regelmäßiger, nämlich in konzentrischen halbkugligen Schalen angeordnet, dagegen in den übrigen Teilen liegen sie ganz unregelmäßig nebeneinander und bei älteren Tieren bilden sie eine dichte Masse. Die lockere Anordnung, die die Fig. 7 zeigt, rührt daher, daß das Exemplar noch nicht ganz erwachsen war. Ich habe es für die bildliche Darstellung aus dem Grunde vorgezogen, weil die Figur sonst zu groß geworden wäre, und der Bau hier klarer zu demonstrieren war. Die Drüsenzellen sind zum größten Teil erfüllt mit Sekretkörnern, die mit Eosin sich rosa färben, nur die basale Wandschicht ist frei von ihnen, sie erscheint homogen und färbt sich mit Hämatoxylin blau; in ihr liegt in der Regel der Kern. Chiarini erwähnt, daß häufiger zwei Kerne vorhanden sind. Diese Ansicht dürfte wahrscheinlich dadurch entstanden sein, daß zwei Zellen

[1]) Handrick rechnet eigentümlicherweise zum Reflektor auch den linsenförmigen und den Gallertkörper, deren morphologische und physiologische Bedeutung doch eine ganz verschiedene ist.

oft eng aneinander liegen und ihre Grenzen wenig hervortreten. Ich habe stets in jeder Zelle nur einen Kern gefunden. Nach HANDRICK sollen nur die dem Reflektor zunächst anliegenden Zellen jene genannte Differenzierung zeigen, dagegen die central liegenden die blaue homogene Wandschicht nicht besitzen. Es wären mithin zwei Arten von Drüsenzellen vorhanden. Hier muß ich BRANDES beistimmen, daß alle Zellen gleich sind.

Der linsenförmige Körper (*l*), der den distalen Teil des Binnenkörpers bildet, hat die Form eines kurzen Cylinders, dessen obere und untere Fläche konkav ist. Seine Zellen erscheinen bei älteren und jüngeren Tieren verschieden. Bei älteren, die ich aus Messina und Neapel erhielt, sind alle spindelförmig, wie es die früheren Untersucher beschrieben haben, und ihr Inhalt ist homogen, nur an der Peripherie findet sich eine Zone, in der kleinere, dunkler sich färbende, polygonale Zellen liegen. Bei jüngeren Tieren (Fig. 7), die aus dem Material der Valdivia-Expedition entnommen wurden, sind dagegen die Zellen meist nicht spindelförmig, sondern polyedrisch, scharfrandig (*l*). Ihr Inhalt ist ganz homogen oder ganz feinkörnig oder gemischt. Sie färben sich rosa mit Eosin, der Kern ist rund und liegt in der Mitte. Die Zellen machen den Eindruck von festen Täfelchen oder Schollen. Sie liegen dicht aneinander und bilden einen kompakten Körper, wenn auch, wie kleine dunkle Kerne anzeigen, die bindegewebige Hülle auch in diesen Teil eingedrungen ist. Da diese Exemplare der Expedition, die zwar jünger waren, als die aus dem Mittelmeer erhaltenen, aber die Leuchtorgane doch schon ganz entwickelt zeigten, entschieden besser konserviert waren als jene, und bei allen drei von mir untersuchten Arten die Zellen dieses linsenförmigen Körpers nicht spindelförmig waren, so möchte ich glauben, daß der erwähnte Unterschied in der Form der Zellen nicht in dem verschiedenen Alter, sondern in der verschieden guten Konservierung begründet ist.

Die periphere Zone (*l'*) wird, wie erwähnt, von kleineren Zellen gebildet, die dunkler, protoplasmareicher erscheinen und deren Inhalt sich nicht rot färbt. Zwischen ihnen und den anderen Zellen dieses Körpers lassen sich alle Uebergänge nachweisen, so daß es sehr wahrscheinlich ist, daß sie jüngere Ersatzzellen sind. Die periphere Zone war in den meisten Fällen durch bindegewebige Septen in parallel zur Längsachse des Organs gestellte, verschieden große Säulen geteilt. Nach HANDRICK soll eine solche Uebergangszone auch zwischen dem Drüsen- und Linsenkörper vorhanden sein, bald mehr, bald weniger klar hervortretend. Sie soll dunklere Zellen enthalten. In Uebereinstimmung mit CHIARINI und v. LENDENFELD kann ich hier nur zwei Zellarten unterscheiden, die der besprochenen peripheren Zone und die, welche den Hauptteil zusammensetzen. Dagegen war die Grenze zwischen dem Drüsen- und Linsenkörper fast stets scharf, auf der einen Seite lagen typische Drüsen-, auf der andern typische Linsenzellen. Nur zuweilen waren kleinere etwas dunklere Zellen hier zu sehen, doch möchte ich diese für angeschnittene gewöhnliche Linsenzellen halten.

Der Gallertkörper besteht aus gallertartigem Gewebe mit verhältnismäßig wenigen Kernen. Er hat die Gestalt einer Tüte, die dem linsenförmigen Körper mit ihrer Oeffnung aufgesetzt ist.

Während Ussow (p. 25) bereits erwähnt, daß die Rumpforgane unter dünnen Schuppen gelegen sind, bestreiten die späteren diese Angabe oder erwähnen nichts von Schuppen. Wie die Schnitte erweisen, sind tatsächlich dünne Schuppen (Fig. 7, *s*) vorhanden, deren mittlere, über dem Linsen- und Gallertkörper gelegene Partie etwas dicker ausgebildet ist.

Von den sechs beschriebenen Einzelorganen weichen die Gruppenorgane nur dadurch ab,

daß ebenso wie bei *Sternoptyx*, *Polyipnus* die Drüsenkörper verschmolzen sind und zwar wie bei der ersteren Gattung die einzelnen Organe oder Organpaare durch einen sehr breiten Strang (Fig. 8, *m s*) miteinander in Verbindung stehen, daß weiter auch der sie umhüllende Reflektor, Pigmentmantel und die bindegewebige Hülle verschmolzen sind (Fig. 8). Es sind diese Verhältnisse besonders von Handrick bereits ausführlich geschildert worden.

Wie die früheren Untersucher übereinstimmend angeben, dringen Blutgefäße in die Organe ein und verzweigen sich in den Septen. Wie mir schien, sind sie aber nicht so zahlreich wie bei *Sternoptyx*. Nach v. Lendenfeld sollen sie reichlicher im linsenförmigen Körper als im Drüsenkörper sich finden; gerade das Umgekehrte ist der Fall, im ersteren sind sie sogar sehr selten.

Von fast allen Autoren wird auch das Eindringen von Nerven beschrieben, Handrick hat besonders diesem Punkt seine Aufmerksamkeit zugewandt und durch Rekonstruktionen aus den Schnittserien die Innervierung genau festzustellen gesucht. Er ist zu dem Resultat gekommen, daß die Organe am Kopf vom Trigeminus und Facialis, die des Rumpfes von den Spinalnerven versorgt werden. Die Nervenäste dringen nach ihm zumeist an denselben Stellen ein wie die Blutgefäße durch den Pigmentmantel und Reflektor. Auf seiner Tafel V bildet Handrick in den Fig. 10 und 11 auch zwei Schnitte durch die Organe des Bauchkiels und das dorsale operculare Organ ab, die das Eindringen und Verzweigen eines Nervenastes im Drüsenkörper zeigen. Nach den Erfahrungen, die ich in Bezug auf diese Frage bei *Sternoptyx* gemacht hatte, mußte ich mir zur Aufgabe machen, diese Angabe Handrick's genau zu prüfen und ich habe deshalb Schnitt für Schnitt verschiedene Einzelorgane und Organgruppen durchgemustert, das Resultat ist aber auch hier ein völlig negatives gewesen, und ich muß die Richtigkeit der Angaben Handrick's bezweifeln. Es ergab sich auch hier, daß in allen Fällen, in welchen Nervenäste in die Organe einzudringen schienen, kleine kollabierte Blutgefäße solche vorgetäuscht hatten. Verfolgte ich solche scheinbaren Nerven außerhalb des Organs weiter, so weitete sich der Strang mehr oder weniger früh etwas auf, und Blutkörperchen gaben unzweifelhafte Klarheit über seine Natur. Um sicher zu gehen, habe ich auch Schnittserien durch das postorbitale und die Organgruppe des Bauchkiels von Exemplaren von *A. hemigymnus*, die ich aus Neapel wie Handrick bezogen hatte, genau geprüft. Sie lehrten unzweideutig, daß an den Stellen, an welchen nach diesem Forscher Nerven in die Organe eindringen sollen, nur Blutgefäße eindringen. Die Stellen sind, da die Blutgefäße durch Pigment umschlossen sind, leicht aufzufinden. So läuft dorsal jederseits an der Gruppe des Bauchkiels entlang ein arterielles Gefäß. Dieses verzweigt sich meist zwischen zwei einander folgenden Organen; es sendet einen Ast durch den Pigmentmantel und den Reflektor in den Drüsenkörper und verästelt sich hier, ein anderer Ast dagegen bleibt außerhalb des Organs. Im ganzen dringen neun Paare in diese Gruppe ein, aber von einem Nervenaste ist nichts zu entdecken. Bei dem postorbitalen Organ war ich an einer Stelle zweifelhaft, ob nicht hier Handrick Recht haben könnte, aber die Untersuchung des gleichen Organs auf der anderen Körperseite desselben Tieres zeigte an derselben Stelle nur ein Blutgefäß. Der Nerv, den Handrick hier zeichnet, zieht dagegen mit allen Aesten am Organ vorbei. Ebenso bezweifle ich, daß die dicken Nerven, welche Leydig schon bei makroskopischer Betrachtung des orbitalen Organs gesehen hat und in seiner Fig. 22 zeichnet, in das Organ eindringen. Die Nervenäste, die ich in seiner Nähe gesehen habe, zogen alle an ihm vorbei

(vgl. Fig. 11, *n*). Wenn derartig große Organe wie die Gruppenorgane des Bauchkiels von spezifischen Leuchtnerven versorgt werden, dann müßten sie so groß sein, daß sie nicht übersehen werden könnten, zumal sie beim Durchziehen durch den grauen Reflektor sich sehr scharf abheben müßten.

Das orbitale Organ zeigt in verschiedener Hinsicht einige Besonderheiten, zunächst durch seine Lage. Schon LEYDIG fiel diese auf. Er sah, daß es nicht wie alle anderen mit seiner Längsachse dorsoventral gerichtet und ventrad geöffnet ist; „es erscheint vielmehr," schreibt er, „als brauner Fleck, vor dem noch ein grauer Punkt liegt." „Ersterer ist nach oben und vorn gekehrt, letzterer nach hinten und abwärts." Er erkannte auch, daß unter dem „braunen Fleck" der Drüsenkörper liegt, der „graue Punkt" dem Linsenkörper entspricht. Auffallend ist, daß er im Gegensatz zu dieser Beschreibung den letzteren in seiner Fig. 5 vorn abwärts gerichtet zeichnet. Von den späteren Beobachtern zeichnet es HANDRICK ähnlich, ebenfalls nach vorn ventrad geöffnet, und auch CHIARINI scheint das Besondere der Lage nicht aufgefallen zu sein, da er mit keinem Worte hierauf eingeht. Nur BRANDES gibt die Lage richtig an (p. 450): „der reflektierende Hohlraum ist bei diesem nicht nach unten wie bei allen andern Leuchtorganen desselben Tieres geöffnet, ebensowenig aber nach vorn wie LEYDIG" (vgl. die oben wiedergegebene Angabe LEYDIG's) „und andere angeben, sondern die Oeffnung ist nach hinten und oben, also gerade gegen das Auge gerichtet."

Am besten orientieren über das orbitale Organ Horizontal- und Sagittalschnitte durch den Kopf (Fig. 9 u. 10). Es liegt mit seiner Längsachse senkrecht zur Hauptachse des Auges, der Linsenkörper ist gegen den Drüsenkörper etwas ventrad gebogen. Das Pigment ist am stärksten auf der dorso-lateralen Seite entwickelt (Fig. 10, *p*); hier wird es in seiner Wirkung sogar noch durch gewöhnliches Hautpigment (*lp*) verstärkt, doch bedeckt es nicht ganz den Linsenkörper, so daß dieser, wie LEYDIG schon bemerkt, als „grauer Punkt" von außen sichtbar ist. Auf der lateralen Seite wird es weiter noch von einer schuppenartigen Knochenlamelle (*s*) zum Schutze überlagert. Wie ein Querschnitt durch den Kopf (Fig. 11) zeigt, erstreckt sie sich dorsal noch über das Organ, das bei dieser Schnittrichtung natürlich schief durchschnitten wird. Der Bau des Organs zeigt nur den schon von LEYDIG und den andern Autoren hervorgehobenen Unterschied, daß der Reflektor fehlt und auch der Gallertkörper nicht entwickelt ist. An seiner Stelle liegt nur wenig scharf umgrenztes gewöhnliches Bindegewebe. Die Angabe von BRANDES, daß „Muskeln an das Organ herantreten, die gewissermaßen ein Herumleuchten gestatten", hat HANDRICK bereits als falsch zurückgewiesen. Da in der näheren Umgebung gar keine Muskeln vorhanden sind, so verstehe ich nicht, wie BRANDES zu einer solchen Angabe gekommen ist. Aus den beiden Fig. 9 und 10 geht hervor, daß das aus dem Leuchtorgan kommende Licht zum größten Teil auf die große Linse geworfen wird und damit auch in das Auge gelangen muß. Ein Teil kann aber auch, da ja der linsenförmige Körper nicht ganz durch Pigment verdeckt ist, seitwärts zwischen dem Auge und Organ entweichen.

Es war zwar vorauszusehen, daß das Expeditionsmaterial für ein Studium der Entwicklung der Leuchtorgane nicht genügend groß und nicht genügend konserviert sein würde, indessen verdienen doch die wenigen, schon ziemlich vorgeschrittenen Stadien in mancher Beziehung Interesse. Das jüngste Stadium (Fig. 14), welches brauchbar war, zeigt die Anlage bereits ganz im Corium; die Epidermis ist abgeschunden. Die Anlage stellt den Binnenkörper als eine

längliche, einheitliche, aus gleichen Zellen aufgebaute Masse (*dr*) dar. Die distalen Zellen sind etwas kleiner als die meisten proximalen. Dieser Unterschied weist auf den Beginn einer Sonderung in Drüsen- und Linsenkörper hin; die Struktur ist aber noch bei allen Zellen dieselbe. Weiter erkennt man, daß die Zellen bereits unregelmäßig nebeneinander liegen; von einer radiären Anordnung um ein Centrum wie es sonst Anlagen von Drüsen zeigen, ist nichts zu sehen. Der Zellhaufen ist umgeben von länglichen Zellen (*p*, *r*), die sich auch noch ventrad eine Strecke weit auf der medialen Seite erstrecken. Zwischen ihnen und der Epidermis liegen locker angeordnet andere helle Zellen (*g*). Es dürfte wohl kaum ein Zweifel möglich sein, daß die äußersten Hüllzellen die Anlage des künftigen Pigmentmantels, die durch lange Kerne ausgezeichneten die des Reflektors und die hellen Zellen die des Gallertkörpers darstellen. Einige Zellen mit kleinen Kernen, die der Drüsenanlage direkt anliegen, gehören wohl der künftigen bindegewebigen Hülle zu, und die eine Zelle mit dem größeren, sehr dunkel sich färbenden Kern, die im untern Drittel der Drüsenanlage liegt, mag vielleicht ein Blutkörperchen sein. Ueber die Herkunft der Zellen läßt sich natürlich nichts Sicheres angeben. Wahrscheinlich stammt nur der Binnenkörper vom Ectoderm, die anderen Teile dagegen vom Mesoderm.

Auf einem etwas älteren Stadium (Fig. 13) sind in den Mantelzellen schon Pigmentkörner vorhanden und Blutgefäße im Innern der Anlage sehr deutlich. Das Stadium zeigt auch sonst große Fortschritte. Die früher einheitliche Anlage des Binnenkörpers hat sich bereits gesondert und beginnt sich, wie besonders die Färbung anzeigt, entsprechend der künftigen Funktion histologisch zu differenzieren. Die proximalen Zellen, die noch nicht die Hälfte ausmachen, erscheinen dunkelblau, und nur die Körner, welche im Innern erkennbar sind, färben sich schwach rot, wohl das erste Anzeichen für eine beginnende Tätigkeit der Drüsenzellen. Sie liegen in parallelen Schichten übereinander, die durch die bindegewebige Hülle bereits getrennt sind. Der distale Teil besteht zumeist aus größern Zellen, welche sehr feinkörnigen Inhalt haben und schwach rosa gefärbt erscheinen. Peripher liegt noch eine Schicht von dunkler gefärbten, eng gelagerten Zellen, die den embryonalen indifferenten Charakter noch bewahrt haben. Durch das scharfe Hervortreten des Pigmentmantels kann jetzt auch kein Zweifel mehr sein, daß die ihm innen anliegende Schicht der künftige Reflektor ist. Ein Glanz ist aber bei abgeblendetem Licht noch nicht erkennbar. Endlich ist auch bereits die deckende Schuppe (*s*) deutlich zu unterscheiden.

Während auf diesen beiden Stadien die Anlage keinen Zusammenhang mehr mit der Epidermis zeigt, habe ich auf etwas älteren einen solchen häufiger gefunden. So z. B. sieht man, wie auf dem Fig. 12 abgebildeten Stadium, das eine weitere Stufe in der Differenzierung zeigt und die Teile des ausgebildeten Organs bereits leicht erkennen läßt, von den kleinen peripheren Zellen des Linsenkörpers in beiden Organen in gleicher Weise ein solider Strang (*af*) zur Peripherie zieht, der aus dunklen Zellen besteht und dadurch sofort von den benachbarten Zellen des Gallertkörpers sich unterscheidet. Wenn man an die Verhältnisse bei *Sternoptyx* denkt, so wird man auch hier diesen Strang als die Anlage eines Ausführungsganges deuten. Sie bildet sich aber bald wieder zurück.

Die ersten zwei besprochenen Stadien waren die Anlagen eines der letzten lateralen Organe, das zuletzt betrachtete dagegen betrifft die präcaudalen Organe.

Die Gruppenbildung scheint hier im Prinzip in ähnlicher Weise vor sich zu gehen wie

bei *Sternoptyx*. In einigen Gruppen legen sich die Organe ziemlich gleichzeitig an und sind von Anfang an oder sehr früh vereinigt, in andern legen sich die Organe einzeln für sich an und verschmelzen erst allmählich, zunächst mit dem Pigmentmantel, dann mit dem Reflektor und zuletzt mit dem Drüsenkörper.

12. *Valenciennellus.*

(Taf. XXIV, Fig. 1—8; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 100, Textfig. 42.)

Von dieser Gattung — die Art war nicht sicher bestimmbar — standen mir nur jugendliche Tiere zur Verfügung, bei denen noch nicht alle Leuchtorgane entwickelt waren. Da aber, nach anderen Formen zu urteilen, sie schon früh ihre definitive Ausbildung erlangen, wesentliche Differenzierungen später nicht mehr erfolgen, so dürfte das Resultat der Untersuchung auch für erwachsene Tiere Gültigkeit haben.

Wie die äußere Betrachtung schon erkennen läßt, da der Pigmentmantel durch die noch unpigmentierte Haut hindurch scheint, sind die meisten der vorhandenen Organe zu Gruppen eng vereinigt, nur das operculare, auf dem Kiemendeckel gelegene, und das orbitale, welches vor dem Auge liegt, sind Einzelorgane. Während das letztere nur als ein kleiner schwarzer länglicher Fleck erscheint (Fig. 8), an dessen orbitalem Rande der Binnenkörper ein gutes Stück sichtbar ist, zeigt das andere Einzelorgan die Gestalt einer Flasche (Fig. 1), deren weiter Hals vom Bauch allerdings nur durch eine wenig starke Verengerung abgesetzt ist. Bei den Gruppenorganen (Fig. 2) sind die Bauchteile miteinander so stark verschmolzen, daß die Grenzen zwischen den einzelnen Organen und damit die Zahl derselben äußerlich nur nach den Oeffnungen, an welchen der Binnenkörper etwas sichtbar ist, bestimmt werden kann. In jeder Gruppe sind das erste und letzte die kleinsten, wahrscheinlich die am spätesten entwickelten, und ferner liegen sie den benachbarten Organen schief an.

Wie die Schnitte (Fig. 3) lehren, fällt die äußerlich sichtbare Grenze zwischen dem Bauch und Hals der Flasche mit einer solchen zwischen dem drüsen- und linsenförmigen Körper zusammen. Auf einem mit Hämatoxylin und Eosin gefärbten Präparat heben sich beide durch die verschiedene Färbung voneinander ab, der erstere erscheint blau, der letztere rosa. Bei schwacher Vergrößerung scheint der Drüsenkörper aus unregelmäßig gestalteten und gelagerten Drüsenzellen (Fig. 3) zu bestehen, die voneinander isoliert sind, in Wirklichkeit (Fig. 5) handelt es sich um Gruppen von Zellen. Diese sind kurz kegelförmig und zeigen eine Differenzierung in einen an Sekretkörnern reichen Teil und eine schmale körnerfreie Wandzone, in der auch der Kern liegt. Die Körner werden durch dünne, sich mit Hämatoxylin blau färbende Stränge, die mit der Wandzone in Verbindung stehen — in der Figur sind sie nicht gezeichnet —, getrennt. In den einzelnen Gruppen liegen die Zellen so, daß ihre Spitze centrad gerichtet ist. Ob die Zahl der Zellen in den Gruppen eine annähernd gleiche ist oder stark schwankt, habe ich nicht feststellen können. Zwischen den Gruppen scheinen sich Fortsätze der bindegewebigen Hülle, die den ganzen Binnenkörper und auch den Gallertkörper umgibt, auszubreiten; denn hin und wieder sieht man an den Wänden der Gruppen kleine Kerne anliegen, die nur Bindegewebszellen zu-

gehören dürften. In der peripheren, dem linsenförmigen Körper zunächst anliegenden Zone liegen die Gruppen in koncentrischen, schalenförmigen Schichten.

Der Aufbau des linsenförmigen Körpers (Fig. 3, *l*) ist ein ganz anderer. Polyedrisch geformte Zellen sind zu einem geschlossenen Körper aneinander gefügt. Die distale Fläche ist konvex, die proximale konkav gekrümmt. Beiden liegt eine dünne Zone kleinerer Zellen an, die feinkörniges Plasma und einen runden deutlichen Kern besitzen, dunkler gefärbt erscheinen und dadurch von den übrigen centralen Zellen sich stark abheben (Fig. 4, l^1). Aehnliche Zellen finden sich auch vereinzelt in der Mitte oder an anderen Stellen, aber ihre Kerne sind weniger gefärbt, und ihr Inhalt zeigt sich vacuolisiert oder grobkörniger. Dadurch gewinnen sie eine größere Aehnlichkeit mit den centralen Zellen Diese sind dicht mit feinen Körnern erfüllt und erscheinen kernlos. Erst bei genauerer Durchmusterung der Schnitte bemerkt man in einzelnen Zellen (Fig. 4, l^2) noch abgegrenzte runde Körper, deren Inhalt sich aber nicht wie die Kerne anderer blau, sondern rosa färbt; dadurch fallen sie wenig auf. Es sind aber in der Tat Kerne, denn man findet alle Uebergänge. Die meisten Zellen zeigen aber derartige Körper nicht, sie sind sicher kernlos. Eine Kombination der Bilder läßt nur den Schluß zu, daß die centralen kernlosen aus peripheren kernhaltigen entstanden sind. Vielleicht erfolgt eine solche allmähliche Umwandlung auch später noch fort, so daß die peripheren als Ersatzzellen zu betrachten sind, doch habe ich Teilungen derselben oder Anzeichen für einen völligen Untergang centraler Zellen nicht gefunden. Es ist mir mehr wahrscheinlich, daß letzteres nicht stattfindet und die kleinen peripheren Zellen nur für die weitere Entwicklung und Vergrößerung des linsenförmigen Körpers in Betracht kommen, so daß bei fertig ausgebildetem Organ dieser Teil ganz aus gleichförmigen Zellen aufgebaut sein würde. Fortsätze der bindegewebigen Hülle dringen auch in ihn ein.

Zwischen der bindegewebigen Hülle und dem Pigmentmantel liegt ein Reflektor, der im Bauchteil stärker entwickelt ist als im Halsteil, im letzteren aber an der medialen Wand bedeutend weiter sich erstreckt, als an den übrigen Wänden. Die ihn zusammensetzenden Zellen (Fig. 3, *r*) sind schmal, faserförmig, ihr Inhalt erscheint gekörnt, ihr Kern ist sehr lang ausgezogen. Im Bereich des Gallertkörpers färben sie sich mit Eosin stark rosa, während sie sonst keine Färbung annehmen. Sonst ist aber kein Unterschied vorhanden, der die Ansicht begründen könnte, daß der Reflektor aus verschiedenen Abschnitten bestände.

Der Pigmentmantel und Gallertkörper zeigen denselben Bau wie bei anderen Formen. Die den letzteren außen noch überziehende Epidermis ist abgeschunden.

Blutgefäße dringen sicher in den Binnenkörper ein, aber jedenfalls nur spärlich. In manchen Organen habe ich keine nachweisen können, in andern in dem Maschenwerk der bindegewebigen Hülle.

Für eine Innervierung der Organe habe ich keine irgendwie sicheren Anhaltspunkte in meinen Präparaten gefunden.

Die Vereinigung der Organe zu Gruppen geschieht in ähnlicher Weise wie bei *Argyropelecus*. Die distalen Teile, die also im Hals der Flasche gelegen sind, bleiben getrennt, die proximalen verschmelzen miteinander, entweder nur auf einer Körperseite, oder wie z. B. bei den Organen des Bauchkiels auch mit denen der andern.

In der analen Gruppe (Fig. 6) und in der auf der Branchiostegalmembran liegenden war

der Zusammenschluß der Organe noch unvollständig, und weiter auch ihre Entwicklung eine ungleiche. Das mittlere und das vordere zeigten bereits fast ganz den typischen Aufbau und waren miteinander verschmolzen. Dagegen war der Drüsenkörper des letzten von dem des mittleren noch durch die bindegewebige Hülle und vielleicht auch noch durch einzelne Fasern des Reflektors getrennt. Ganz sicher konnte ich aber nicht die Zugehörigkeit der letzteren zum übrigen Reflektor feststellen; es wäre möglich, daß es nur Fasern der bindegewebigen Hülle waren. Ferner war das Organ kleiner, der Gallertkörper wenig entwickelt, indem seine Zellen noch eng zusammen lagen, und Gallertsubstanz noch wenig ausgeschieden war. Der Reflektor zeigte bereits dasselbe Aussehen wie bei älteren Organen, doch waren die Zellen des linsenförmigen Körpers noch ziemlich gleichartig, wenn auch die Umbildung, wie sowohl Zellen ohne Kerne wie mit blassen Kernen erkennen ließen, bereits begonnen hatte. Aus diesen Verhältnissen ist sicher zu schließen, daß dieses jüngste Organ selbständig entsteht und erst allmählich sich den andern angliedert, indem zunächst der Pigmentmantel und Reflektor verschmilzt und zuletzt der Drüsenkörper.

Auf einem Präparat war noch ein jüngeres Stadium vorhanden. Die Anlage (Fig. 7) war bereits in das Corium versenkt, der Binnenkörper von dicht gelagerten Zellen gebildet, die eine räumliche Sonderung in zwei Hauptteile bereits erkennen ließen. Eine histologische Differenzierung war aber nicht eingetreten. Sie waren sämtlich kernhaltig und mit dichtem Protoplasma erfüllt. Von einer Gruppenbildung der Zellen des künftigen Drüsenkörpers waren noch keine Anzeichen vorhanden. Umschlossen war die Anlage von mehreren Zellschichten, die nur an einzelnen Charaktere zeigten, die ihre künftige Bedeutung erschließen ließen. So dürften die kleinen, dunklen, schmalen Kerne, welche dem Binnenkörper dicht anliegen, der Anlage der bindegewebigen Hülle zuzurechnen sein, die schmalen blassen Kerne solche von Reflektorzellen und die diesen außen angelagerten Zellen mit dunklen Kernen die Anlage des Pigmentmantels darstellen. Der Gallertkörper erscheint hier bereits locker angeordnet und weiter entwickelt als bei dem oben besprochenen älteren Organ, aber ich bin nicht sicher, ob hier nicht eine Verletzung das Bild verändert hat.

Endlich verdient das orbitale Organ noch eine kurze Erwähnung. Es ist einfach, liegt vor dem Auge und zwar so, daß der linsenförmige Körper gegen das Auge gerichtet ist. Er ist auch auf der lateralen Seite nicht durch Pigment abgesperrt, so daß das Licht nicht nur in die vordere Augenkammer, sondern auch nach außen entweichen kann, doch ist es mir wahrscheinlich, daß bei älteren Tieren auch lateral noch eine Pigmentschicht sich bildet und hier eine Absperrung bewirkt. Im Bau zeigt das Organ nur den einen Unterschied, daß der Reflektor fehlt.

II. Familie: *Stomiatidae.*

13. *Chauliodus* BLOCH u. SCHNEIDER.

(Taf. XXV, Fig. 1—18; Taf. XXVI, Fig. 1—3; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 37 ff., Textfig. 7—9.)

Von den beiden im Material der Valdivia-Expedition vertretenen Arten habe ich für die Untersuchung fast ausschließlich Exemplare von *Ch. Sloanei* gewählt. Von *Ch. pammelas* habe ich nur Leuchtorgane aus der ventralen Rumpfreihe geschnitten; ich habe die anderen Organe außer Acht gelassen, weil sich zeigte, daß die Konservierung keine so gute war wie bei der andern Art, und daß der Bau der Organe keine nennenswerten Unterschiede zeigte. Von großem Wert waren mir noch einige Exemplare von *Ch. Sloanei*, welche mir mein Freund Dr. M. HARTMANN in Messina gleich nach dem Fange mit Sublimat für mich konserviert hatte. Ich sage ihm auch hier für seine Liebenswürdigkeit meinen besten Dank.

Bevor ich zur Beschreibung der Organe übergehe, will ich vorher noch einige Bemerkungen über die Haut machen. Wenn man einen *Chauliodus* oder auch einen *Stomias* oder *Macrostomias* im lebendfrischen Zustande betrachtet, so erscheint der Rücken und besonders der Bauch von einer dicken, durchsichtigen Schleimhülle umgeben, in ähnlicher Weise wie es die Fig. 1 und 2 auf Taf. III des Systematischen Teils von *Stomias* und *Macrostomias* wiedergeben. Diese Schleimhülle hatte ich früher (1904) als eine modifizierte Epidermis aufgefaßt. Die nähere Untersuchung besonders der Exemplare aus Messina hat mir aber gezeigt, daß diese Ansicht falsch ist. Es handelt sich gar nicht um eine vielleicht auf einen Reiz hin gebildete epidermoidale Schleimhülle, sondern um eine gallertartig modifizierte Partie des Coriums. Die Epidermis ist sehr dünn (Fig. 4, e^1). Bei den Exemplaren der Expedition ist sie ganz abgerieben oder nur an geschützten Stellen vorhanden, bei den Exemplaren aus Messina war sie dagegen gut erhalten. Zwischen der Epidermis und der Pigmentschicht des Coriums oder den ihr direkt aufgelagerten dünnen Schuppen (Fig. 1, 4, *s*); bei dem jüngeren Exemplar der Fig. 4 ist die Schuppe noch nicht fertig ausgebildet) zeigt das Corium eine verschiedene Dicke; an den Seiten des Rumpfes und am Kopf ist es sehr schmal und zeigt den gewöhnlichen Bau, gegen den Rücken aber und gegen den Bauch nimmt seine Breite außerordentlich zu und gewinnt eine gallertartige Struktur (Fig. 4, Fig. 1, g^1). Es erscheint wie aufgequollen. Die Fig. 4 gibt die Verhältnisse von einem jungen Tier, bei älteren ist diese Schicht bedeutend breiter. v. LENDENFELD, der sie als Epidermis auffaßt, beschreibt sie als strukturlos. Dieses ist nicht richtig. Die Grundsubstanz erscheint homogen, in ihr liegen aber, bei jüngeren Tieren zahlreicher als bei älteren, Zellen mit langen, weit verzweigten Fortsätzen. Ferner wird die Schicht von Blutgefäßen durchsetzt, und ebenso findet man Nervenfasern. Außerdem liegen in ihr noch sehr zahlreich eigentümliche, kleine, kuglige Organe, die ich weiter unten ausführlich schildern werde.

CHIARINI (1900) und v. LENDENFELD (1905) haben die Leuchtorgane von *Chauliodus* in einfache und zusammengesetzte eingeteilt, und unter den ersteren wieder solche mit einem Pigmentmantel und unpigmentierte unterschieden. Auch ich behalte die Einteilung bei, verteile aber die Organe auf die beiden Gruppen in anderer Weise. Für jene scheint lediglich die

äußere Gestalt entscheidend gewesen zu sein, indem diese entweder kuglig oder becherförmig ist (= einfache Organe) oder aber flaschenförmig mit einem Bauch- und Halsteil, welche durch eine ringförmige Einschnürung voneinander geschieden sind (= zusammengesetzte Organe). Es scheint mir dagegen richtiger zu sein, die Einteilung der Organe auf Grund des verschiedenen Baus vorzunehmen. Die einen zeigen in ihrem Binnenkörper nur eine Art von Zellen, die andern dagegen zwei oder drei Arten. Die ersteren bezeichne ich deshalb als einfache, die letzteren als zusammengesetzte Organe. Man könnte sie auch Organe ohne einen linsenförmigen Körper und Organe mit einem solchen nennen, doch ziehe ich die erstere einfachere Bezeichnung vor.

Zu den einfachen Organen rechne ich einmal kleine, auch von jenen Forschern hierher gezählte, unpigmentierte Organe und weiter das suborbitale Organ, welches merkwürdigerweise, obwohl es das größte Organ von *Chauliodus* ist, von allen früheren Forschern nicht näher untersucht worden ist. Zu den zusammengesetzten Organen gehören dagegen die kleinen kugligen oder becherförmigen, mit einem Pigmentmantel versehenen Organe, welche Chiarini und von Lendenfeld als „einfache mit einem Pigmentmantel versehene" bezeichnen, ferner noch kleinere schalenförmige, aber ähnlich gebaute, welche von ihnen nicht erwähnt sind, und die großen flaschenförmigen Organe, zu denen auch das orbitale, ebenfalls nicht näher untersuchte gehört. Zu den einfachen pigmentierten Organen dürfte ferner wahrscheinlich auch das nahe dem Ende des ersten, sehr stark verlängerten und für sich beweglichen Strahls der Rückenflosse gehören. Ich konnte es, da es nur an einem dem Breslauer Museum gehörenden Exemplar erhalten war, nicht einer genaueren Untersuchung unterwerfen. Aber nach dem makroskopischen Bilde (Taf. XXV, Fig. 11, vgl. auch Syst. Teil, Textfig. 7, p. 40) und auf Grund eines Vergleichs mit ähnlichen Organen bei anderen *Stomiatiden* möchte ich annehmen, daß die kleine, weißgelblich bei Spiritusexemplaren erscheinende Masse am Ende des Strahles, welche zum größten Teil von einer Pigmentschicht eingehüllt ist (Fig. 11, *o*), auch aus Drüsenzellen besteht, die denen des suborbitalen Organs ähnlich sind.

I. Einfache Organe.

1. Einfache Organe ohne Pigmentmantel (Fig. 4, *o*, Fig. 9). Sie erscheinen am konservierten Tier als weißliche Pünktchen. Sie finden sich besonders häufig dorsal und ventral am Rumpf in den oben erwähnten gallertartig modifizierten Teilen des Coriums und auf den Flossen entlang den Strahlen. Am Bauch bilden sie mehr minder regelmäßige Querreihen, an andern Stellen habe ich dagegen keine bestimmte Anordnung gefunden. Kölliker (1853, p. 366) hat diese Organe zuerst gesehen und zwar an denselben Körperstellen. Sie sollen eine Oeffnung haben, die „höchstwahrscheinlich nach außen mündet", doch hat er die Ausmündung nirgends nachweisen können. Zu jedem Bläschen soll „eine einzige Nervenröhre" gehen, die er als Aeste von marklosen Nervenfasern auffaßt. Er vergleicht die Organe „den Nervenknöpfen in den sogenannten Schleimkanälchen", „sieht sich jedoch außerstande, diese Ansicht, nach welcher dieselben eher zu den Sinnesorganen zählen würden, zu beweisen, und die Annahme, daß sie die Bedeutung von Drüsen haben, bestimmt zu widerlegen". v. Lendenfeld gibt für *Ch. barbatus* an, daß sie am Bauch in Gruppen von 4—16 liegen. Nach Chiarini sollen sie über den ganzen Körper zerstreut sein. Ich habe sie an den Seiten des Rumpfes nicht nachweisen können und glaube kaum, daß sie abgerieben waren.

Sie liegen stets in dem Corium, außerhalb der Schuppen. Dort wo diese Schicht sehr breit ist wie am Rücken und Bauch, sind sie in ihr unregelmäßig verteilt (Fig. 4); sie können der Epidermis direkt anliegen, oder in verschiedener Entfernung zwischen ihr und der Schuppe. Am häufigsten haben sie kuglige Form. Ihre Größe schwankt, doch stets sind sie klein, makroskopisch betrachtet punktförmig. Entsprechend der verschiedenen Größe schwankt auch die Zahl der Zellen. Diese sind kegelförmig, liegen in einer Schicht, radiär angeordnet. Dort, wo das Organ nur klein ist, sind sie niedrig (Fig. 4), dort, wo es größeren Umfang hat, sind sie hoch und schmäler (Fig. 10, *dr*). In den meisten Fällen stoßen sie mit ihren Spitzen im Centrum zusammen, in einigen aber waren sie um einen centralen, mit Sekret dicht erfüllten Raum angeordnet (Fig. 10). Die Kerne liegen in der Regel der Spitze der Zelle näher als ihrer Basis. Die Zellen sind ganz mit sehr groben, lichtbrechenden Körnern, die mit Eosin sich rosa färben, angefüllt. Da diese Körner ebenfalls mehr weniger regelmäßig in radiären Reihen angeordnet sind, so ist es bei den größeren Organen (Fig. 10) oft schwer, die Zellgrenzen, die diesen Reihen parallel laufen, festzustellen. Chiarini und v. Lendenfeld geben an, daß auch central Zellen liegen. Ich habe dies in keinem Fall getroffen und möchte glauben, daß es sich um Schnitte handelt, welche nicht genau durch die Mitte gegangen sind. Umgeben ist jedes Organ von einer bindegewebigen Hülle (Fig. 10b). Daß Blutgefäße und Nervenfasern eindringen, wie Chiarini angibt, kann ich nicht bestätigen; vielmehr zogen solche stets an den Organen vorbei.

2. Suborbitales Organ (Fig. 12—14). Auf der Vertikale des Hinterrandes des Auges und etwas tiefer als sein ventraler Rand liegt ein mäßig großes Organ, das aber größer ist als alle andern von *Chauliodus*. Bei makroskopischer Betrachtung erscheint es augenähnlich. Durch eine ovale corneaartige, durchsichtige und etwas gewölbte Membran sieht man den im Alkohol weißlich erscheinenden Binnenkörper; er ist umschlossen von einem schwarzen Pigmentmantel, an dessen Innenrändern ein Reflektor als ein schmaler silberglänzender Streifen hervortritt. Bei einem Exemplar war das Organ gedreht, so daß vom Binnenkörper nichts, sondern nur eine Wand des Pigmentmantels zu sehen war.

Ich will zunächst den Bau des Organs bei einem jüngeren Tier darstellen (Fig. 14). Die Epidermis war zwar abgeschunden, das Organ selbst aber unverletzt. Das Präparat ist mit Chlor gebleicht, daher sind die Pigmentschichten (*lp* und *p*) farblos. Das Organ liegt ganz im Corium, sein peripherer Rand auf gleicher Höhe mit der Pigmentschicht der Haut (*lp*) und wölbt die überliegende, hier pigmentfreie Haut etwas nach außen vor. Es ist kuglig, von einem Pigmentmantel (*p*) umschlossen außer auf der lateralen Seite, wo es von einer dünnen, aus schmalen Zellen gebildeten Membran, die vielleicht der gleich zu erwähnenden bindegewebigen Hülle zuzurechnen ist, überzogen wird. Der größte Teil des Innern wird vom Binnenkörper ausgefüllt. Er ist aus Drüsenzellen zusammengesetzt. Sie sind hoch, cylindrisch oder kegelförmig (Fig. 14, *dr*), mitunter zeigen sie auch, offenbar infolge gegenseitigen Druckes, eine andere Form. Ihr Inhalt besteht zumeist aus Sekretkörnchen, die sich mit Eosin rot färben, nur an der Basis findet sich eine körnerfreie schmale Zone, an deren Rande der runde Kern liegt. Sie färbt sich mit Hämatoxylin blau. Im allgemeinen bilden die Zellen eine Schicht, aber sie ist in das Innere des Organs oft eingefaltet. Im Innern ist ein Hohlraum vorhanden, in dem vereinzelt Zellen liegen, die den Eindruck des Zerfallens machen. In die Falten dringt die bindegewebige Hülle, die den ganzen Binnenkörper umschließt, und ebenso Blutgefäße ein.

Zwischen der ersteren und dem Pigmentmantel liegt der Reflektor, der aus langen faserförmigen Zellen mit langen Kernen besteht.

Die regelmäßige Anordnung der Drüsenzellen in einer Wandschicht dürfte wahrscheinlich bei noch jüngeren Tieren überall vorhanden gewesen sein, erst später sind die Einfaltungen besonders von der medialen Wand aus erfolgt. Diese Faltungen werden im Laufe der weiteren Entwicklung infolge einer starken Vermehrung der Zellen stärker und verdrängen den anfangs vorhandenen centralen Raum mehr und mehr, wie es Schnitte durch das Organ eines älteren Tieres (Fig. 12) zeigen. Da man nur an einzelnen Stellen einen Zusammenhang dieser in das Innere eingefalteten Teile mit der Wandschicht bemerkt, so scheint zugleich eine Trennung der Kontinuität der Schicht einzutreten, ein Zerfall in einzelne strangförmige Abschnitte, und zwischen sie drängt sich dann Bindegewebe ein. Nur so läßt sich das Bild, das die Schnitte von diesem Organ älterer Tiere bieten, erklären. Da die laterale Wand, welche pigmentfrei ist, also die sogenannte Öffnung des kugligen Organs darstellt, von einer viel höheren und regelmäßiger gefügten Schicht ausgekleidet wird als die anderen, besonders die mediale Wand, so wird die schon auf Grund des Bildes des jüngeren Stadiums gebildete Ansicht, daß von letzterer hauptsächlich die Einfaltung der Wand vor sich geht, bestärkt. Mit der Vermehrung der Zellen erfolgt auch eine Abnahme der Größe (Fig. 13) und die blaue basale körnerfreie Zone ist weniger deutlich ausgebildet. Die Blutgefäße sind viel zahlreicher und durchsetzen jetzt an verschiedenen Stellen die Hüllen, den Reflektor und auch die äußere Wand des Binnenkörpers. Was die Frage der Innervierung betrifft, so muß ich sie hier bejahen. Es dringt sicher ein Nerv in dieses Organ ein und zwar auf der medialen Seite fast gegenüber der Oeffnung. Die Schnittserie ließ ihn in seinem Verlaufe durch den Pigmentmantel und den Reflektor bis zum Binnenkörper verfolgen. Weiter aber war es mir nicht möglich, da hier die Fasern der bindegewebigen Hülle und die kleinen kollabierten Blutgefäße eine sichere Unterscheidung von Nervenfasern nicht mehr gestatteten. Sicher ist aber, daß der Nerv sich im Binnenkörper verästelt, nicht das Organ einfach durchzieht und an einer anderen Stelle wieder austritt.

Bei einer Betrachtung der Fig. 12 und 14 wird jedem sofort noch eine Verschiedenheit auffallen, nämlich die ganz verschiedene Lage des suborbitalen Organs. Auf der ersten Figur erscheint dasselbe um 90^0 gedreht und zwar — die Figur stellt den Teil eines Querschnitts durch den Kopf dar — nach der ventralen Seite. Das Licht kann nicht mehr nach außen dringen. Sehr interessant ist, daß auf der ventralen Seite dem Organ noch eine besondere starke Schicht des Hautpigments vorgelagert ist (*lp*). Da sie auf den anderen Seiten fehlt, so dient sie offenbar dazu, beim abgedrehten Organ den Lichtabschluß zu verstärken. Leider war bei dem Exemplar die dorsal vom Organ liegende Partie etwas verletzt, und deshalb konnte ich den Muskel, der das Organ abdreht, nicht genau verfolgen. Ich habe nur einen dünnen Muskel (Fig. 14, *mu*) finden können, der von der dorsalen Seite her das Organ umgreift und sich an der ventralen Wand nahe der Oeffnung anzusetzen scheint. Wahrscheinlich liegen die Verhältnisse ganz ähnlich wie bei *Idiacanthus* und ich verweise deshalb auf ihre Darstellung.

II. Zusammengesetzte Organe.

Allen Organen, die zu dieser Gruppe gehören, ist, wie gesagt, gemeinsam, daß außer den Drüsenzellen noch andere Zellen vorhanden sind, welche einen lichtbrechenden Körper zusammen-

setzen, der wieder als linsenförmiger bezeichnet werden soll. Im übrigen aber treten wieder in Bezug auf Form, Größe, Bau, Lage und Richtung des Lichtes Verschiedenheiten hervor. Nach der Form und Größe kann man kleine schalenförmige, mittelgroße becherförmige und große flaschenförmige unterscheiden, nach dem Bau gehören die ersten zwei Formen aber ganz zusammen, so daß ich sie bei der Beschreibung weiter nicht trennen werde; nur ihre Lage verdient noch einige Worte. Die kleinen schalenförmigen liegen besonders seitlich am Rumpf und zerstreut auch an der Bauchseite zwischen den größeren Organen (vgl. Syst. Teil Textfig. 7, 8b, p. 40, 41), die becherförmigen sind in regelmäßigeren Gruppen an der ventralen Seite zwischen den größeren angeordnet (vgl. Syst. Teil Textfig. 8a, p. 41), weiter finden sich einige auf der Barbel (Fig. 10, o^1), sie bilden einen Kranz um das Auge und liegen an der Hinterwand des Bulbus (Fig. 15, o^1), und sonst am Kopf, besonders am Oberkiefer und auf dem Kiemendeckel und auf der Wange ohne bestimmte Anordnung.

3. Schalen- und becherförmige Organe. Diese Organe besitzen einen Pigmentmantel, eine bindegewebige Hülle und einen Binnenkörper, der aus einem drüsen- und linsenförmigen Körper (Fig. 6—8, *dr* und *l*) besteht, dagegen fehlt ein Reflektor. Außen werden die Organe, die ganz im Corium liegen, noch von einer Schuppe (Fig. 6—8, *s*, s^1) oder einer dichteren Faserschicht und weiter noch von der Epidermis überzogen, die aber fast durchweg beim Fang oder Konservieren der Tiere verloren gegangen ist.

Der Pigmentmantel ist wie beim suborbitalen Organ von der Pigmentschicht der Haut, die im Bereich des Organs eine Lücke hat, gesondert. Er besteht aus länglichen Zellen. Die bindegewebige Hülle umzieht den ganzen Binnenkörper, dringt aber nicht zwischen seine Zellen. Blutgefäße und ebenso Nerven habe ich nur außerhalb der Organe gefunden.

Der Binnenkörper zeigt folgenden Bau. Der linsenförmige Körper nimmt den größten Teil ein, er ist meist ellipsoidisch gebaut, die Gestalt schwankt aber. Er liegt excentrisch im Pigmentbecher und zwar an der Oeffnung. Zwischen ihm und dem Grunde des Bechers bleibt noch ein halbkugelförmiger Raum frei und dieser wird vom Drüsenkörper eingenommen. Seine Zellen sind radiär angeordnet in einer Schicht. Da sie meist länger sind als der Abstand des Pigmentmantels vom Centrum des Bechers groß ist, so müssen sie sich biegen, um so stärker, je näher sie dem linsenförmigen Körper liegen (Fig. 6—8). Offenbar infolge dieser Lagerung ist auch die Basis spitz ausgezogen. Hier liegt eine schmale, körnerfreie Schicht, deren innere Fläche konkav ist, der übrige Inhalt der Zelle besteht aus Körnern. Wenn man die Schnitte mit Hämatoxylin und Eosin färbt, nimmt die erstere einen tiefblauen, die Körner meist einen roten Ton an. In der basalen Schicht liegt der Kern. Die Zellen des linsenförmigen Körpers sind polyedrisch, an der Peripherie mehr cylindrisch, zum Teil koncentrisch angeordnet. Der Kern liegt in der Mitte. Die Zellen sind ganz mit homogener, stark lichtbrechender Masse erfüllt, die im konservierten Zustande sehr hart und brüchig ist, so daß sie beim Schneiden vor dem Messer leicht herausspringt. Die Masse färbt sich rosa bis rot, am intensivsten in den central gelegenen Zellen.

Bei flüchtiger Betrachtung scheint es, als ob die beiden Teile des Binnenkörpers scharf voneinander getrennt seien. Aber wenn man mit stärkerer Vergrößerung die Schnitte durchmustert, sieht man, daß dieses nicht der Fall ist, daß an der Grenze Zellen vorhanden sind, die in Bezug auf ihre histologische Struktur eine Art Uebergangszone darstellen (Fig. 6—8). Man

sieht nämlich einmal, daß in Zellen, welche an die Drüsenzellen angrenzen, die blaue körnerfreie Schicht fehlt, und ihre Form der der Linsenzellen ähnlich ist, und daß außer Körnern auch mehr minder große Ballen von der homogenen Masse vorhanden sind, und dann, daß in sonst typisch gebauten Linsenzellen auch noch Körner liegen. Es scheint daher die Ansicht berechtigt, daß die Drüsenzellen allmählich sich in Linsenzellen umwandeln. Ob ein solcher Prozeß dauernd vor sich geht, läßt sich nicht entscheiden. Wäre es der Fall, so müßte man entweder Teilungen der Drüsenzellen oder indifferente Ersatzzellen für diese finden, doch habe ich hiervon nichts gesehen. Bei jüngeren wie älteren Tieren waren die Bilder die gleichen, besonders waren stets die beiden Teile des Binnenkörpers in gleichem Umfange ausgebildet. Entweder muß demnach die Umwandlung sehr langsam erfolgen oder von einem Stadium ab aufhören. Endlich wäre aber auch noch die Möglichkeit vorhanden, daß die schmale Uebergangszone Ersatzzellen enthält, die sowohl zu Linsen- wie zu Drüsenzellen sich allmählich umwandeln. Als ein weiteres Bedenken muß noch hervorgehoben werden, daß man Anzeichen für einen Untergang der Zellen dieses oder jenes Teils nicht trifft. Höchstens wäre hierfür das ganz vereinzelt festgestellte Vorkommen von zwei Kernen in einer Linsenzelle (Fig. 6) anzuführen. Der Reichtum an Körnern war manchmal in einigen Drüsenzellen geringer als gewöhnlich, aber dieses möchte ich auf Wirkungen der Konservierungen schieben.

Die schalenförmigen Organe sind flacher als die becherförmigen. Dieser Unterschied steht offenbar zu der Lage am Körper in Beziehung. Beide senden ihr Licht ventrad und etwas laterad. Die am Bauch gelegenen haben die regelmäßige Becherform und stehen mit ihrer Längsachse senkrecht zur Oberfläche, dagegen die an den Seiten des Körpers gelegenen könnten bei gleicher Lage ihr Licht nur seitwärts senden; in derselben Richtung wie die ventral gelegenen, also ventrad können sie nur leuchten, wenn sie schief zur Oberfläche gestellt sind und zwar so, daß die Oeffnung tiefer liegt, der Drüsenkörper höher (Fig. 8).

Während die von Chiarini von den becherförmigen Organen gegebene Schilderung mit der meinigen fast ganz übereinstimmt, weicht diejenige v. Lendenfeld's in manchen Punkten ab, doch dürften diese Abweichungen nicht in einer Verschiedenheit der untersuchten Arten, sondern sehr wahrscheinlich in einer ungünstigeren Erhaltung seiner Exemplare begründet sein. Nach ihm soll der linsenförmige Körper auch an der Peripherie von den Drüsenzellen umhüllt sein, und ferner sollen im tiefer liegenden Teile des Binnenkörpers Zellgrenzen fehlen, hier eine gemeinsame, körnige Protoplasmamasse vorhanden sein. In der Barbel sollen drei Organe eine Gruppe bilden, und das mittlere von ihnen soll allseitig vom Pigmentmantel umschlossen sein. Von allen diesen Befunden habe ich nichts auffinden können.

4. Flaschenförmige Organe. Sie liegen einmal in zwei Längsreihen jederseits am Rumpf, ihre Zahl ist im systematischen Teil angegeben; ferner findet sich je ein Organ zwischen den Radien der Branchiostegalmembran, ein Paar am Grunde der Barbel (Fig. 10, *o*), je ein Organ auf dem Kiemendeckel, das operculare, und ein Doppelorgan am ventralen Rand des Auges, das ich wieder als das orbitale bezeichne. Da die letzten beiden durch ihre Lage und andere interessante Eigentümlichkeiten sich von den andern unterscheiden, so sollen sie besonders besprochen werden.

Ihrer Gestalt nach sind sie am besten mit dickbauchigen weithalsigen Flaschen zu vergleichen. Indem aber der Pigmentmantel, der die Wand der Flasche bildet, auf der medialen

Seite sich weiter ventrad erstreckt als auf der lateralen, so erscheint die Oeffnung der Flasche schief abgeschnitten. Hals und Bauch der Flasche sind durch eine tiefe ringförmige Einschnürung deutlich voneinander abgesetzt (Fig. 1). Sie sind tief in das Corium versenkt, mit ihrer Längsachse dorsoventral gestellt, die Oeffnung ventrad gerichtet. Letztere liegt in einer Lücke der Pigmentschicht der Haut. Sie sind bedeckt von dünnen Schuppen und die der ventralen Längsreihe des Rumpfes außerdem noch von dem dicken, gallertartig modifizierten Corium (Fig. 1, 4, g^1).

In Bezug auf den Bau schließen sich diese Organe zwar eng an die zuletzt besprochenen kleineren zusammengesetzten an, aber sie sind komplizierter gebaut, besonders zeigt der linsenförmige Körper Verschiedenheiten.

Der Pigmentmantel, der ebenso gebaut ist wie bei den kleinen Organen, ist gegen die Pigmentschicht der Haut gewöhnlich scharf abgegrenzt, wenn sie auch mit ihren Rändern eng aneinander schließen. In der Regel gibt sich ihre Verschiedenheit dadurch kund, daß der Pigmentmantel des Organs (Fig. 1, *p*), als eine gleichmäßige, gleich dicke und dichte Schicht erscheint, während die Pigmentschicht der Haut *(lp)* in verschieden starken und wechselnden Lamellen angeordnet ist, die auch Unterbrechungen zeigen.

Für die Darstellung der inneren Teile kann die Sonderung in Bauch- und Halsteil beibehalten werden. Der erstere wird hauptsächlich von langen kegelförmigen, radiär um ein Centrum gestellten Drüsenzellen gebildet, die wieder denselben Bau zeigen wie die Drüsenzellen der kleineren zusammengesetzten Organe (Fig. 1, *dr*). Sie stoßen central mit ihren Spitzen aber nicht zusammen, sondern hier liegt noch ein kleiner Raum, der von einem engen Maschenwerk faserigen Bindegewebes ausgefüllt wird. In ihm sind auch einzelne Blutgefäße vorhanden. Nerven habe ich dagegen nicht gefunden, weder hier noch sonst innerhalb des Organs. Ferner ist der um diesen bindegewebigen Kern liegende Mantel von Drüsenzellen nicht geschlossen, sondern zeigt auf der der Oeffnung der Flasche zugekehrten Seite einen Ausschnitt, in den sich pfropfartig der linsenförmige Körper, auf den ich gleich eingehen werde, eindrängt. Der ganze Bauchteil ist von einer dünnen bindegewebigen Hülle umschlossen; sie dringt auch, wie die kleinen schmalen Kerne zwischen den Drüsenzellen anzeigen, zwischen diese mit Fortsätzen ein, und weiter ist ihr auch der centrale bindegewebige Kern des Organs zuzurechnen.

Der Halsteil wird gebildet vom linsenförmigen Körper, der ebenfalls von einer bindegewebigen Hülle umgeben ist, von dem Reflektor und dem Gallertkörper. Zum Teil drängen sich diese Teile sogar über den Rand der Oeffnung hinaus und erscheinen beim konservierten Tier als eine weißliche Kuppe in der Oeffnung der schwarzen Flasche. Was zunächst den linsenförmigen Körper betrifft, so besteht er deutlich aus zwei verschieden gebauten Abschnitten, die ich nach ihrer Lage als den centralen (Fig. 1, *cl*) und peripheren *(pl)* unterscheide. Der erstere ist pilzhutförmig mit kurzem Stiel. Dieser ist zwischen die Drüsenzellen des Bauchteils eingekeilt und stößt mit seinem Ende an die centrale bindegewebige Masse. Seine Zellen sind polyedrisch, zum Teil spindelförmig; auf dem Schirmrande sind sie horizontal, parallel zur Oberfläche gelagert, in den andern Teilen stehen sie senkrecht zur Oberfläche (Fig. 1, 2). Der Inhalt erscheint homogen, stark lichtbrechend, er ist sehr spröde und brüchig und färbt sich rosa oder gelblich. Der Kern liegt central. Die bindegewebige Hülle scheint nicht zwischen die Zellen einzudringen. Wenigstens habe ich keine Kerne, die ihr Vorhandensein am sichersten anzeigen, hier gefunden. Die Zellen bilden vielmehr eine eng geschlossene Masse. Der periphere Teil

(Fig. 1, *pl*) sitzt dem centralen kappenartig auf, er ist konvex-konkav gestaltet. Seine Zellen sind meist spindelförmig, mit ihren Längsachsen parallel zur Längsachse des ganzen Organs gestellt. Sie erscheinen mehr wie Drüsenzellen (Fig. 1, 2, *pl*), unterscheiden sich aber doch wesentlich von den Drüsenzellen des Bauchteils. Der Kern kann verschieden liegen, nicht nur nahe der Basis, eine blau sich färbende körnerfreie Schicht fehlt. Der Inhalt besteht zwar zum größten Teil aus Körnern, aber sie färben sich viel weniger stark, und neben ihnen oder in manchen Zellen sogar allein durchziehen Plasmastränge den Zellkörper, und Vakuolen können vorhanden sein. Außerdem sind in vielen Zellen verschieden große und verschieden geformte homogene Ballen. Es erscheint mir aber nicht ausgeschlossen, daß das verschiedene Aussehen der Zellen durch die Konservierung erst hervorgerufen ist. Auch diese Kappe ist von derselben bindegewebigen Hülle umschlossen, und hier dringt diese zwischen die Zellen ein. Blutgefäße habe ich dagegen nicht hier gefunden.

Der drüsen- und der linsenförmige Körper erschienen auf allen Schnitten scharf voneinander abgegrenzt. Dagegen waren zwischen den beiden Teilen des letzteren auf beiden Seiten im Schnitt oder nur auf einer Seite einige Zellen vorhanden, die durch ihre Lage und ihre Struktur engere Beziehungen zwischen beiden anzuzeigen scheinen (Fig. 1, 2). Am deutlichsten fand ich es auf Präparaten von *Ch. pammelas*. Die bei stärkerer Vergrößerung gezeichnete Figur 2 zeigt, daß in Zellen des centralen Teils (*cl*) an den Seiten die gleichmäßige intensive Färbung abgeschwächt ist und neben der homogenen Masse auch Körner vorhanden sind, wie in solchen des peripheren Teils, und umgekehrt solche des letzteren in dieser Randzone eine Aehnlichkeit mit denen des ersteren gewinnen. Ferner ist auch in der Lage ein kontinuierlicher Uebergang vorhanden. In der Mitte dagegen sind beide Teile stets scharf voneinander getrennt.

Es muß weiter für den centralen Teil hervorgehoben werden, daß seine Zellen im Stiel, der sich zwischen die Drüsenzellen einkeilt, kleiner werden und die dem bindegewebigen Kern zunächst anliegenden nicht immer so scharf begrenzt erscheinen, und ihr Inhalt nicht so gleichmäßig homogen und fest aussieht wie sonst. Ob dieses nun als ein Zeichen des Verfalls zu deuten ist oder nur durch die Konservierung verursacht ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

Endlich gehören zum flaschenförmigen Organ noch ein Reflektor und Gallertkörper. Der erstere umgreift nur den Halsteil, zwischen dem Pigmentmantel und der bindegewebigen Hülle liegend. Auf der medialen Wand ist er ebenso wie der Pigmentmantel stets stärker entwickelt als auf der lateralen. Besonders stark tritt dieser Unterschied bei den lateral am Körper gelegenen und bei den branchiostegalen Organen hervor. Er besteht aus langen faserartigen (Fig. 1, *r*) Zellen mit zum Teil sehr langgestreckten Kernen. In den Fasern sind dicht gelagerte, stark lichtbrechende, mit Eosin intensiv rot sich färbende Körnchen erkennbar. Der Gallertkörper, der verhältnismäßig nicht sehr breit ist, liegt zwischen der Schuppe und dem linsenförmigen Körper. Auch er zeigt auf der medialen Wand eine stärkere Entwicklung als auf der lateralen.

Blutgefäße durchbrechen den Pigmentmantel an einigen Stellen und dringen zwischen den Drüsenzellen bis zum bindegewebigen Kern vor, doch ist ihre Zahl und ihre Ausbreitung im Organ nur eine geringe.

Die kurzen Angaben von Brandes (1899, p. 451) sind richtig, doch erwähnt er nicht den Aufbau des linsenförmigen Körpers aus zwei verschiedenen Teilen. Chiarini (1900, p. 14) gibt ein eingehenderes und in den meisten Punkten richtiges Bild vom Bau der flaschenförmigen

Organe, nur kann ich ihm nicht darin beistimmen, daß auch im Bauchteil ein Reflektor entwickelt ist, daß die Drüsenzellen zwei Kerne haben und Nerven in die Organe eindringen. Auch gibt meiner Ansicht nach seine Figur den Aufbau des centralen Teils des linsenförmigen Körpers entschieden zu schematisch wieder, besonders die im Stiel gelegenen Zellen sind nicht derartig regelmäßig angeordnet. Noch schematischer ist die Figur gehalten, welche v. Lendenfeld gibt. Seine Angaben stimmen fast durchweg mit den meinigen überein. Er erwähnt auch nichts von einem Eindringen von Nerven. Weder Chiarini noch v. Lendenfeld berichten etwas über die von mir erwähnten Beziehungen der beiden Teile des linsenförmigen Körpers in der Randzone.

Zu den flaschenförmigen Organen gehören auch noch das operculare und orbitale. Das letztere wird zwar von Brandes und v. Lendenfeld erwähnt, aber die Besonderheiten desselben sind ihnen nicht aufgefallen.

Das operculare Organ verdient eine besondere Besprechung wegen der eigentümlichen Lage und wegen der außerordentlich starken Entwicklung des Gallertkörpers. Bei makroskopischer Betrachtung fällt es nicht auf, da es vom Hautpigment völlig verdeckt ist, und darum ist es wahrscheinlich auch den früheren Untersuchern entgangen. Es liegt in der dorsalen Hälfte des Kiemendeckels. Im Vergleich mit den flaschenförmigen Organen des Rumpfes ist es um seine Längsachse um 90^0 gedreht und zwar rostrad, so daß es nicht ventrad laterad, sondern ventrad rostrad geöffnet ist. Die Lücke im Hautpigment, durch welche das Licht nach außen dringen kann, erscheint spaltartig lang und ist bei der makroskopischen Betrachtung des Tieres kaum erkennbar. Die Fig. 3 (Taf. XXVI) gibt einen Sagittalschnitt durch den Kiemendeckel wieder, durch welchen das auf der lateralen Seite liegende Hautpigment abgetrennt ist. Sie zeigt die Lage des Organs. Die pigmentfreie Oeffnung liegt dem Muskel *(mu)* direkt an. Der Gallertkörper *(g)*, der Reflektor *(r)* und der Pigmentmantel *(p)* reichen an der caudalen Wand sehr weit ventrad. Untersucht man einen Querschnitt durch den Kopf (Fig. 1), so scheint es nur ventrad geöffnet zu sein, auf der lateralen Seite läßt der Pigmentmantel *(p)* des Organs und das Hautpigment *(lp)* seitwärts kein Licht entweichen, und ebenso ist ihm der Austritt nach der Kiemenhöhle *(kh)* durch eine an ihrer Wand liegende, ununterbrochene Pigmentschicht *(lp)* versperrt.

Eine etwas eingehendere Behandlung verdienen die Organe, welche in nächster Umgebung des Auges gelegen sind. Wenn man von dem schon besprochenen großen suborbitalen Organ absieht, so kommen nach ihrer Lage noch drei verschiedene Organe in Betracht. Sieht man sich das Auge bei schwacher Vergrößerung an, so fallen einem zunächst kleine Leuchtorgane auf, welche in zwei Gruppen einreihig angeordnet sind und das Auge umgeben. Die eine kleinere umfaßt 5 Organe, doch wird ihre Zahl wohl etwas schwanken und liegt dorsal am vorderen Augenrande, die andere, welche aus 10—15 Organen besteht, liegt ventral am hinteren Augenrande. Sie gehören alle dem Typus der kleinen zusammengesetzten, becherförmigen Organe an. In beiden Gruppen sind sie ventrad geöffnet.

Bei weiterer Abmusterung der Umgebung des Auges wird man ferner auf eine kleine Verdickung aufmerksam, welche direkt unter dem ventralen Augenrand etwas vor der Mitte gelegen ist. Sie ist dunkler als die benachbarte Partie der Haut; im ganzen ist sie oval gestaltet, nur läuft sie nach hinten in einen kurzen Fortsatz aus. Dorsal liegt dieser schwarzen Scheibe noch ein schmaler stärker pigmentierter Streifen an. In ihm ist eine kleine Stelle pigmentlos, sie erscheint wie ein Fenster, und ein anderes liegt am hinteren Rande der Scheibe und

schaut caudad. Während die zuerst genannten Organe äußerlich schon als Leuchtorgane erkennbar sind, klärt hier erst die mikroskopische Untersuchung über die Bedeutung dieses Oberflächenbildes auf, sie zeigt nämlich, daß auch hier unter der schwarzen Scheibe Leuchtorgane liegen, und die Fenster ihre Oeffnungen darstellen. Weiter enthüllt sie noch andere Organe, die äußerlich in keiner Weise sich bemerkbar machen. Diese Organe bezeichne ich als orbitale.

Endlich findet sich noch eine dritte Gruppe ganz versteckt am Auge, nämlich an der Wand des Bulbus.

Am schnellsten erhält man einen Ueberblick über die orbitalen Organe, wenn man Sagittalschnitte durch den Kopf macht und dadurch die äußere Pigmentdecke fortnimmt und dann die Schnitte durch Aufeinanderzeichen zu einem Gesamtbilde kombiniert. Ein solches Bild gibt Fig. 16, Taf. XXV. Es kommen hier zunächst zwei flaschenförmige Organe (o, o^1) in Betracht. Sie sind in eigentümlicher Weise zu einem Doppelorgan vereinigt. Mit ihren Längsachsen liegen sie fast recht winklig zueinander, aber nicht ganz in derselben Ebene, sondern sie sind etwas übereinander geschoben. Die Bauchteile beider Organe berühren sich. Das eine etwas größere ist gegen das Auge geöffnet, das andere kleinere dagegen schräg nach unten und hinten. Das ventrale Fenster bezeichnet seine Oeffnung. In dem ganzen Bereich, in dem die beiden Organe einander berühren, erleiden die Pigmentmäntel beider eine Unterbrechung, hier grenzt Drüsenkörper an Drüsenkörper, nur durch die bindegewebigen Hüllen voneinander getrennt. Infolgedessen kann der Drüsenkörper des ventralen Organs die Wirkung des dorsalen verstärken, nicht aber umgekehrt. Noch an einer andern Stelle ist die Isolierung beider Organe voneinander lückenhaft und zwar ebenfalls infolge einer besonderen Anordnung des Pigmentmantels. Auf der caudalen Seite ist der Halsteil beider nicht oder nur zum Teil direkt von ihm begrenzt; er (p) liegt vielmehr vom Organ etwas entfernt, und so entsteht zwischen dem Mantel und den Binnenkörpern ein pigmentfreier Raum. Auch der Reflektor des dorsalen größeren Organs (r) zeigt auf dieser Seite nicht die gewöhnliche Lage, indem er nicht dem Halsteil und dem Pigmentmantel anliegt, sondern dem letzteren allein, vom ersteren dagegen abgerückt ist.

Eine andere weniger wichtige Verschiedenheit von dem gewöhnlichen Bau zeigt das größere Organ noch darin, daß in dem ihm vorgelagerten Gallertkörper die Fasern mehr parallel der Längsachse des Organs gerichtet sind, und außerhalb der diesen umschließenden Hülle noch eine ähnliche durchsichtige bindegewebige Schicht gelegen ist, deren Fasern hauptsächlich horizontal verlaufen.

Außer diesen beiden flaschenförmigen Organen finden sich noch zwei kleine becherförmige übereinander gelagert, in dem erwähnten pigmentfreien Zwischenraum auf der caudalen Seite (o^2, Fig. 16). Das dorsale ist gegen den Halsteil des größeren flaschenförmigen Organs geöffnet, so daß das Licht ebenfalls gegen das Auge fällt, das ventrale, das etwas mehr caudad in dem äußeren Pigmentmantel liegt, ist merkwürdigerweise weder gegen die flaschenförmigen Organe noch nach außen geöffnet, sondern vielmehr mediad. Die Fig. 17 zeigt den Drüsenkörper quer durchschnitten.

Bei einer weiteren Untersuchung der Schnitte findet man noch ein kleines becherförmiges Organ (o^3). Es gehört offenbar in die Reihe der schon besprochenen, den Halbkranz am hinteren Augenrande bildenden Organe. Während diese äußerlich völlig sichtbar waren, ist das erste (o^3)

ganz unter der Pigmentdecke der Haut verborgen, und ist nicht wie jene (o^4) ventrad geöffnet, sondern wie das dorsale flaschenförmige dorsad gegen das Auge.

Zur Ergänzung und zur sichereren Beurteilung des Bildes, welches die Sagittalschnitte geben, sind aber noch Querschnitte durch den Kopf erforderlich. Sie decken auch noch andere interessante Einzelheiten in Bezug auf den Bau und die Lage dieser orbitalen Organe auf und geben ferner noch über eine dritte, durch ihre Lage sehr eigentümliche Gruppe von Organen Aufklärung.

Die Fig. 15 gibt einen Querschnitt wieder, welcher das Doppelorgan getroffen hat, die Fig. 17 einen solchen, der das äußerlich nicht sichtbare, in Fig. 16 mit o^3 bezeichnete Organ des Halbkranzes, und die Fig. 1 auf Taf. XXVI einen solchen, der das zweite dieser Gruppe oder das erste äußerlich sichtbare, in Fig. 16 mit o^4 bezeichnete Organ durchschnitten hat.

Aus den Figuren geht hervor, daß das Doppelorgan und auch die den Halbkranz bildenden auf einem vorspringenden Wulste gelegen sind, welcher dorsal durch eine tiefe, grabenartige Falte vom Augenbulbus getrennt und ventral durch eine kleinere Furche, die Ober- (Fig. 15, *ok*) und Zwischenkiefer (*zk*), der ja bei Chauliodus sehr entwickelt ist, trennt, begrenzt ist. Der Oberkiefer umfaßt mit einem dünnen lamellenartigen Fortsatz ventral das Doppelorgan, und weiter ist es auch lateral durch eine dünne schuppenartige Knochenplatte (*s*) gedeckt, so daß dasselbe in einer nur mediad und dorsad geöffneten festen Kapsel liegt. Diesem Schutzmantel ist es auch zuzuschreiben, daß diese orbitalen Organe so leicht nicht abgerieben werden können. Einen anderen interessanten Punkt bildet die Art, wie das Licht des Doppelorgans lokalisiert ist. Einmal kommt hierfür der dem Organ selbst zugehörige Pigmentmantel in Betracht: seine Wirkung wird dann weiter durch eine ihm außen anliegende Pigmentschicht (*if*) verstärkt, ferner aber kommt noch eine besondere Pigmentschicht (*if*^{1}) hinzu, welche dorsal in der lateralen Wand des genannten Wulstes liegt, und die seitliche Abschließung des Lichtes auch in dem Bezirk besorgt, welcher nicht mehr vom Pigmentmantel des Organs gedeckt wird. Diese Schicht ist gleichsam eine Fortsetzung von ihm in dorsaler Richtung.

In der Ansicht, daß ihr tatsächlich die zugeschriebene Bedeutung zukommt, wird man bestärkt, wenn man sich die Verhältnisse, die bei den caudad anschließenden kleinen Organen des Halbkranzes obwalten, betrachtet. Das erste Organ ist wie das Doppelorgan gegen das Auge, also dorsad geöffnet (Fig. 17); auf seiner lateralen Seite findet sich nun auch dieselbe Pigmentschicht in gleicher Anordnung, dagegen bei den folgenden Organen, von denen in Fig. 1 Taf. XXVI das erste wiedergegeben ist, trifft man eine ganz andere Anordnung. Diese Organe sind ventrad geöffnet und bei ihnen zeigt das Pigment auf der lateralen Seite nicht die charakteristische Anordnung. Aehnliche Verschiedenheiten zeigt auch das der Oeffnung der Organe vorliegende Bindegewebe, indem es nur vor der Oeffnung, also bei dem einen dorsal (Fig. 17), bei dem andern ventral (Taf. XXVI, Fig. 1) eine durchsichtige Schicht bildet. Die Fig. 15 und 17 zeigen weiter noch klar, daß das Licht der gegen das Auge geöffneten Organe sicher parallel der Iris, also auch sicher auf die in die vordere Augenkammer weit vorspringende Linse geführt wird und damit in das Auge gelangen muß.

Außer den genannten Organen in der Umgebung des Auges ist nun noch einer dritten Gruppe zu gedenken, welche der ventralen Hälfte des Bulbus anliegt (Fig. 15, o^5). Bei dem untersuchten Exemplar waren es 24—26. Sie sind von der Sclera nur durch einen schmalen Pigment-

streifen getrennt. Es sind becherförmige Organe, alle normal ausgebildet. Mit der Haut zeigen sie keinen Zusammenhang, liegen vielmehr ganz im Innern, und ihre Oeffnungen sind auch gegen das Innere des Kopfes gewandt, bei einem jüngeren Exemplar ventrad gegen die Mundhöhle. Eine Erklärung für diese eigentümliche Lage will ich später zu geben versuchen, da hierfür die Kenntnis des *Stylophthalmus*-Auges notwendig ist.

Wenn auch die wenigen Entwicklungsstadien, welche ich bei einigen jungen, 3 cm langen Tieren gefunden habe, schon weit vorgeschrittene sind und daher wenig mehr über die Entstehung aufklären, so sind sie doch wohl einer kurzen Besprechung wert. Das jüngere Stadium (Taf. XXV, Fig. 5) zeigt die Anlage als einen konischen Zapfen, der bereits ganz in das Corium versenkt ist, wenn er auch noch mit der Peripherie an die Epidermis stößt. Die Zellen erscheinen nach ihrer Färbung gleichartig, aber nach ihrer Anordnung sind bereits zwei Teile, der Drüsenkörper, *dr*, und der linsenförmige Körper, *l*, zu unterscheiden. Denn in dem proximalen breiteren sind sie radiär angeordnet und auch größer, ihre Kerne liegen nahe der Basis, und vereinzelt sind bereits Sekretkörner zu erkennen. Dagegen sind die Zellen im distalen Teil unregelmäßig angeordnet und polyedrisch, und ihre Kerne liegen central. Dieser Binnenkörper ist von mehreren Zellschichten (*p*, *r*) umgeben, in denen man zweifellos die Anlage der späteren Hüllen und des Reflektors suchen muß. Die anderen Stadien bieten ein ähnliches Bild oder zeigen bereits wie das der Fig. 4 Verhältnisse, die den ausgebildeten sehr ähnlich sind. Hier ist auch die Anlage des linsenförmigen Körpers deutlich in einen centralen (*cl*) und peripheren (*pl*) gesondert. Die ersteren sind noch nicht ganz mit der homogenen Masse erfüllt, und diese ist noch nicht erhärtet, so daß sie sich glatt schneiden läßt. Die Zellen des peripheren Teiles haben entschieden stärker ausgeprägt den Charakter von Drüsenzellen als im ausgebildeten Organ. Eine Uebergangszone zwischen beiden Teilen des linsenförmigen Körpers ist nicht stärker als später, sondern eher schwächer ausgebildet. Die Reflektorzellen sind noch nicht so stark faserartig umgebildet, aber sie sind bereits mit lichtbrechenden Körperchen erfüllt. Der Spalt zwischen dem Gallertkörper (*g*) und der Schuppenanlage (*s*), der auf dem Fig. 4 abgebildeten Schnitt sichtbar ist, und ebenso die dichte Schichtung des Gallertkörpers dürften Folgen einer Schrumpfung sein.

14. *Astronesthes elucens* A. Br.

(Taf. XXVI, Fig. 4—7; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 27 ff.)

In Ussow's Arbeit (1879) wird zwar von den Leuchtorganen von *Astronesthes Martensi* gesprochen, aber es ist offenbar eine Verwechslung verschiedener Formen vorgekommen. Im Text wird die Fig. 4 auf Taf. I, welche *Gonostoma denudatum* darstellt, auf *Astronesthes* bezogen, und die Fig. 9 auf Taf. II, welche ein Leuchtorgan der letzteren Gattung wiedergeben soll, muß sehr wahrscheinlich einem Scopeliden zugerechnet werden. v. Lendenfeld's ausführlichere Beschreibung im Challenger-Werk soll am Schluß kurz berücksichtigt werden.

Da bei dem einen großen Exemplar, das ich untersucht habe und das in Formol konserviert war, nur die großen flaschenförmigen und das postorbitale Organ befriedigend erhalten waren,

so kann ich nur über diese berichten. Die kleineren Organe scheinen sowohl in der Form wie im Bau denen anderer Stomiatiden sehr ähnlich zu sein.

Wie man makroskopisch schon feststellen kann, zeigen die flaschenförmigen im Vergleich mit denen von *Chauliodus* den Unterschied, daß der Bauchteil ganz bedeutend kleiner ist als der Halsteil (Fig. 4); am stärksten ist er ausgebildet bei den branchiostegalen und dem orbitalen Doppelorgan. Der Pigmentmantel (*p*), Reflektor (*r*), Gallertkörper (*g*) und die bindegewebige Hülle zeigen die gleichen Verhältnisse wie bei *Chauliodus;* ebenso kann ich hinsichtlich der Blutgefäße und Nerven auf das dort Gesagte verweisen. Nur der Binnenkörper und das orbitale Doppelorgan erfordern eine etwas eingehendere Besprechung. Am Binnenkörper unterscheide ich wieder den Drüsenkörper (*dr*) und den linsenförmigen (*l*) und am letzteren wieder einen centralen (*cl*) und peripheren Teil (*pl*). Die Drüsenzellen (*dr*), die den Bauchteil des Organs zum größten Teil ausfüllen, sind in Bezug auf die Lage, Form und Struktur ganz gleich wie diejenigen von *Chauliodus*, nur sind sie weniger zahlreich und kleiner. Auch der centrale Raum, um den die Zellen radiär geordnet sind, ist wesentlich kleiner, aber auch hier von Bindegewebe erfüllt (Fig. 5, *bh*).[1])

Der periphere Teil des linsenförmigen Körpers ist am stärksten entwickelt. Wie eine breite hohe Kappe sitzt er dem centralen Teil auf. Seine Zellen sind in mehreren Schichten übereinander gelagert; sie sind spindelförmig. Ihr Inhalt besteht aus feinen, sich wenig färbenden Körnern. Der Kern liegt central. Sie bilden scheinbar eine dicht geschlossene, einheitliche Masse, doch lehren kleine Kerne, die zwischen den Zellen liegen, daß die bindegewebige Hülle in ihr zahlreiche Septen bildet.

Vom centralen Teil liegt die größte Partie im Halsteil des Organs, die kleinere im Bauchteil, der Bau beider ist aber der gleiche. Die Zellen sind polyedrisch, der Kern liegt central, der Zellinhalt erscheint meist homogen und färbt sich mit Eosin rosa. Die bindegewebige Hülle dringt hier nur an der Grenzfurche zwischen den beiden Partien ein.

Die Grenze zwischen dem peripheren und centralen Teil des linsenförmigen Körpers ist zwar insofern nicht ganz scharf als Zellen des letzteren sich etwas zwischen die des ersteren (z. B. Fig. 4 in der Mitte) drängen, aber in histologischer Beziehung sind keine Uebergänge erkennbar. Dagegen findet man Uebergänge zwischen den Drüsenzellen und den Zellen des ventralen Teils (Fig. 4, 5, dr^1). In einer schmalen Zone zeigen Zellen teils die Charaktere der ersteren, teils die der letzteren, und zwar verlieren sie die ersteren um so mehr und werden centralen Linsenzellen um so ähnlicher, je mehr man sich vom Drüsenkörper ausgehend dem Linsenkörper nähert.

Das orbitale Organ, welches vorn am ventralen Augenrande gelegen ist, ist ein Doppelorgan (Fig. 7). Die beiden Organe (*o*, o^1) sind fast rechtwinklig zueinander gelagert, der Halsteil des ventralen Organs (o^1) aber ist stark ventrad gebogen. Das dorsale, dem Auge zugekehrte ist bedeutend größer, besonders der periphere Teil des linsenförmigen Körpers ist ganz außerordentlich stark entwickelt. Die Drüsenkörper beider Organe sind nur durch die bindegewebigen Hüllen, nicht durch Pigment voneinander getrennt. Am ventralen Organ ist sicher ein Reflektor vorhanden, wahrscheinlich auch am dorsalen, denn schwerlich dürfte die Schicht von faserförmigen Zellen, welche besonders links im Bilde zwischen dem Pigmentmantel und dem linsenförmigen

[1]) Auf der Tafel XXVI, Fig. 5 steht *bl* statt *bh*.

Körper erkennbar ist, eine andere Bedeutung haben, wenn sie im Präparat sich auch nicht viel von der bindegewebigen Hülle unterscheidet.

Das postorbitale Organ (Fig. 6) ist das größte von *Astronesthes*. Es ist elliptisch, im Querschnitt kreisrund. Der Bau ist ähnlich wie der des suborbitalen Organs von *Chauliodus*, nur sind die Stränge, in denen die Drüsenzellen angeordnet sind, viel zahlreicher, und hier kann man mit Sicherheit behaupten, daß die einzelnen voneinander durch Bindegewebe getrennt sind. In den Septen des letzteren verbreiten sich zahlreich Blutgefäße, und auch Nervenäste durchdringen sicher an mehreren Stellen den Pigmentmantel und Reflektor (*r*) und verzweigen sich in den Septen. Auf der ventralen Seite ist außer dem Pigmentmantel des Organs noch eine stärkere Schicht von gewöhnlichem Hautpigment vorhanden (*lp*). Sie dürfte wie bei *Chauliodus* dazu dienen, die Absperrung des Lichtes nach der ventralen Seite herbeizuführen, wenn das Organ nach dieser Seite abgedreht wird. Während bei *Chauliodus* der Muskel, der die Drehung besorgt, nur schwach ausgebildet erscheint, ist er hier sehr kräftig (*mu*). Es ist nur einer vorhanden. Er kommt von der dorsalen Seite, umgreift die mediale Wand des Organs und setzt sich auf der ventralen Seite nahe dem Rand des Pigmentmantels an. Sein Ursprung konnte, da ich nicht den ganzen Kopf schneiden konnte, nicht festgestellt werden. Die Drehung kann nur nach der ventralen Seite erfolgen. Ein besonderer Muskel, der es wieder in die frühere Lage zurückführt, ist nicht vorhanden.

v. Lendenfeld hat den Aufbau des Binnenkörpers der flaschenförmigen Organe aus drei Teilen richtig erkannt, aber fast alle andern Angaben, die er über den Bau im Einzelnen macht, sind falsch, so z. B. daß der Drüsenkörper aus „gland-tubes", welche „are filled with spherical granular cells" (p. 295), daß im Innern ein centrales Lumen vorhanden ist, daß den Drüsenzellen außen noch eine Schicht polygonaler Zellen, die er für Ganglienzellen hält, anliegt, daß der centrale Teil des linsenförmigen Körpers durch ein Septum geteilt ist, daß Nerven in großer Zahl eindringen, u. a. Noch weniger kann ich seiner Schilderung vom Bau des postorbitalen Organs beistimmen. Es ist mir unverständlich, wie er zu seiner Auffassung gekommen ist. Ein von ihm erwähntes Organ, das zwischen den Augen liegen soll, ist wahrscheinlich das Parietalorgan. Von plattenförmigen drüsigen Organen über der Brustflosse habe ich nichts gesehen.

15. *Bathylychnus cyaneus* A. Br.

(Taf. XXVI, Fig. 8—13; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 35 ff., Taf. II, Fig. 5, Textfig. 6a und 6b.)

Von der Valdivia-Expedition ist nur ein Exemplar dieser *Astronesthes* sehr nahe stehenden, aber besonders durch das Fehlen der Barbel leicht zu unterscheidenden Gattung erbeutet worden. Es konnten deshalb nur einige Organe der einen Körperseite untersucht werden, doch lehrten diese schon, daß *Bathylychnus* sich ganz den übrigen *Stomiatiden* anschließt. Ich werde mich deshalb nur auf die Hervorhebung der Eigentümlichkeiten beschränken.

Man kann kleinere becher-, schalen- oder tütenförmige und größere flaschenförmige unterscheiden. Die ersteren sind meist tütenförmig, indem der Boden nicht abgerundet, sondern spitz ausgezogen ist (Fig. 9). Die kleineren sind wieder verschieden groß. Die größten liegen besonders am Bauch zwischen den ventralen Längsreihen (vgl. Syst. Teil p. 36, Textfig. 6b), die

mittelgroßen ebenfalls am Rumpf, besonders an der ventralen Seite, aber auch am Kopf, die kleinsten zerstreut über den ganzen Körper. Der Bau scheint aber bei allen der gleiche zu sein; alle, auch die kleinsten, zeigen zwei verschiedene Arten von Zellen, nämlich Drüsenzellen (*dr*), die die schon oft erwähnte histologische Differenzierung zeigen, und Linsenzellen (*l*). Die Drüsenzellen füllen den Grund des Bechers oder der Tüte aus, sind radiär angeordnet, schmal kegelförmig. Besonders in den tütenförmigen Organen sind die lateral gelegenen oft stark gebogen. Der linsenförmige Körper besteht aus cylindrischen, zum Teil etwas gekrümmten Zellen mit homogenem Inhalt. Dieser wurde meist durch Eosin rosa gefärbt, bei einigen mehr gelblich. Die Zellen waren derart angeordnet, daß sie mit ihren Längsachsen senkrecht zur Oberfläche standen, und, wie es schien, nur in einer Schicht lagen. Es würden mithin auch die mittleren Zellen auf der Figur 9 nur die angeschnittenen Teile von peripheren Zellen sein. Dafür spricht auch, daß Kerne auf den Schnitten nur in den peripheren lagen, niemals in den centralen. Nur bei den größeren Organen scheinen centrale Zellen vorhanden zu sein. Die Organe sind von einer bindegewebigen und Pigmenthülle (*p*) umgeben. Ein Reflektor und Gallertkörper fehlt. Blutgefäße und Nerven dringen nicht ein. Die Organe liegen durchweg mit ihrer Längsachse fast parallel oder doch in einem spitzen Winkel zur Oberfläche. Auf der Grenze zwischen Cornea und Sclera finden sie sich und bilden einen Kranz um das Auge. Die meisten von ihnen werfen ihr Licht vom Auge fort, ein Teil aber liegt so, daß das Licht noch die Cornea treffen kann.

Von der zweiten Art, den flaschenförmigen Organen habe ich nur die branchiostegalen, lateralen Rumpforgane und das orbitale Organ untersuchen können. Das letztere bietet wieder infolge seiner Beziehungen zum Auge und seiner Zusammensetzung aus 2 Organen einige Besonderheiten, sonst stimmen alle im Bau überein und schließen sich so eng den gleichgeformten von *Astronesthes* an, daß ich hinsichtlich der Form, der Hüllen, des Gallertkörpers nur auf die Fig. 8 zu verweisen brauche. Auch der Reflektor (*r*) bietet im Halsteil dasselbe Bild, aber es scheint, daß bei *Bathylychnus* auch im Bauch des Organs ein solcher vorhanden ist. Wenigstens möchte ich die Schicht faseriger Zellen (r^1), welche zwischen dem Drüsenkörper und Pigmentmantel liegt, als Reflektor deuten, wenn auch die Färbung und Lichtbrechung eine viel geringere ist als bei den im Halsteil liegenden. Der Drüsenkörper, der ebenso wie bei den bereits behandelten *Stomiatiden* gebaut ist, füllt fast den ganzen Bauchteil des Organs aus, im Centrum liegt ein kleiner, von Bindegewebe ausgefüllter Raum, und in ihn keilt sich der centrale Teil des linsenförmigen Körpers ein. Der periphere Teil des letzteren (*pl*) ist stärker entwickelt als der centrale (*cl*). Er besteht aus langen, schmalen Zellen, die mit ihrer Längsachse parallel der des Organs gestellt sind. Die Kerne liegen vorwiegend in der peripheren Hälfte. Im Zellinhalt fallen verschieden große Körner oder Ballen auf, die rundlich, prismatisch oder anders gestaltet sind (Fig. 8, 10, *pl*). Sie färben sich mit Eosin schwach rot, einzelne aber auch gelblich und werden damit sehr ähnlich der Masse, die die Zellen des centralen Teils ausfüllt. Dieser liegt mit seiner Hauptmasse im Halsteil, ein kleinerer Teil, der durch eine ringförmige Furche, die der des ganzen Organs entspricht, getrennt wird, im Bauch des Organs. Seine Zellen sind polyedrisch; im Präparat fallen sie sehr durch ihren homogenen, schmutzig gelben Inhalt auf. Der Kern liegt in der Mitte. Einzelne Zellen drängen sich auch in den peripheren Teil hinein, doch wird die scharfe Abgrenzung beider so gut wie nicht aufgehoben. Die beiden Teile des linsenförmigen

Körpers sind außerdem noch dadurch verschieden, daß die bindegewebige Hülle in den peripheren eindringt und ihn durch zahlreiche Septen in säulenförmige Fächer teilt, während der centrale Teil diese Sonderung nicht zeigt und daher viel kompakter erscheint. Dagegen sind die Drüsenkörper und der letztere nicht so scharf voneinander abgegrenzt, indem hier auf der Grenze (Fig. 10, dr^1) Zellen liegen, welche keine besondere körnerfreie Basalzone besitzen, aber auch nicht einen homogenen, gelblichen Inhalt, deren Form kegelförmig ist, während der Kern wieder nicht so peripher liegt wie in den Drüsenzellen, kurz, welche die Mitte halten zwischen diesen und centralen Linsenzellen. Diese schmale Zone deutet entschieden auf engere Beziehungen zwischen beiden als sie zwischen den Teilen des linsenförmigen Körpers bestehen. Ob aber Drüsenzellen sich langsam in Linsenzellen umwandeln, oder ob es Ersatzzellen für beide sind, läßt sich nicht entscheiden. Nahe dem bindegewebigen Kern werden die centralen Linsenzellen spindelförmig, und in ihm selbst findet man außer Blutgefäßen und Bindegewebszellen noch andere (Fig. 10), die man kaum für solche halten kann, denn sie sind polygonal, zum Teil zeigen sie im Innern gelbliche Ballen wie die centralen Zellen. Man möchte sie für degenerierende centrale Zellen halten, aber es ist auch möglich, daß nur die Konservierung an diesem Bilde schuld ist.

Nerven dringen nicht in diese Organe ein, Blutgefäße nur spärlich, vielleicht nur eines (Fig. 8), das den Drüsenkörper in schräger Richtung durchzieht, ohne sich in seinem Innern zu verzweigen.

Das orbitale Organ (Fig 11) ist ein Doppelorgan. Zwei Organe sind fast unter einem rechten Winkel aneinander gelagert, Drüsenkörper an Drüsenkörper, und ein gemeinsamer Pigmentmantel, der die Form einer gebogenen Röhre hat, aber durch ringförmige Furchen zwischen dem Hals und Bauch eines jeden Organs und zwischen beiden Organen seine Entstehung aus zwei Mänteln erkennen läßt, umschließt sie. Das eine Organ (o) ist dorsad gegen das Auge geöffnet, das andere caudad (o^1) und etwas ventrad. Das ventrale Organ hat einen breiteren, aber weniger hohen Linsenkörper und einen etwas kleineren Drüsenkörper als das dorsale. Während beim ventralen der Reflektor wohl ausgebildet ist, fehlt er dem andern.

Das operculare Organ, eine große, oblonge Platte, die parallel dem Vorderrande des Präoperculums gestellt ist und ihm dicht anliegt und am konservierten Tiere durch seinen großen Glanz sehr auffällt (vgl. Syst. Teil, Taf. II Fig. 5 und Textfig. 6a auf p. 36), schließt sich im Bau am engsten den postorbitalen Organen anderer *Stomiatiden* an, und da ein solches Organ *Bathylychnus* fehlt, so liegt es nahe, anzunehmen, daß es bei dieser Gattung auf den Kiemendeckel verlagert ist und plattenförmig sich entwickelt hat. Wie die Fig. 12, 13, die einen etwas schrägen Querschnitt durch den Kopf darstellt, erkennen lassen, besteht die Platte aus isolierten, durch bindegewebige Septen voneinander getrennten Haufen oder Strängen von Drüsenzellen (dr), die die typische Differenzierung zeigen, d. h. eine schmale mit Hämatoxylin blau sich färbende basale Zone und sonst dicht gelagerte mit Eosin rot sich färbende Körner. Der Kern liegt außerhalb der ersteren. Die kegelförmigen Zellen schließen eng aneinander, sie liegen in den Strängen zweischichtig, ihre Spitzen einander zugekehrt, aber ein Lumen ist nicht vorhanden. Die Stränge stehen senkrecht zur Oberfläche. Blutgefäße sind in den Septen reichlich vorhanden, und auch Nerven dringen an verschiedenen Stellen ein. Im ventralen Drittel liegt lateral eine breite Schicht von faserförmigen Reflektorzellen auf, die im Innern stark lichtbrechende Körperchen

besitzen. Die Schicht scheint auch auf die mediale Wand umzubiegen, aber sie nimmt hier an Breite ab. Es liegt nahe anzunehmen, daß der laterale Teil des Reflektors noch von einer Pigmentschicht bedeckt gewesen, sie aber abgerieben ist, indessen habe ich für die Richtigkeit dieser Annahme keine Anzeichen in den Präparaten gefunden. Merkwürdig ist, daß in der medialen Wand, also noch von dem ganzen Drüsenkörper bedeckt, noch kleine und mittelgroße Organe liegen, die wohl entwickelt erscheinen.

16. *Idiacanthus fasciola* Pet.

(Taf. XXVI, Fig. 14—27, Taf. XXVII, Fig. 1—14; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 60ff; Taf. IV, Fig. 2, 3, Textfig. 17—19, 21.)

Idiacanthus zeigt in Bezug auf die Leuchtorgane eine größere Mannigfaltigkeit als *Chauliodus*, *Astronesthes* und *Bathylychnus*, sowohl hinsichtlich der Größe wie der Gestalt und Lage, aber ihrem Bau nach bieten sie prinzipiell nichts Verschiedenes. Da im Einzelnen aber manche Besonderheit vorhanden ist, so muß ich sie etwas eingehender behandeln. v. Lendenfeld (1905) hat bisher allein die Organe dieser Form untersucht, beschränkt sich aber nur auf die Darstellung ihrer Anordnung und auf die kurze Hervorhebung der Uebereinstimmung im Bau mit denen von *Chauliodus*.

Ich teile die Organe wie bei *Chauliodus* ein in einfache und zusammengesetzte, d. h. solche mit nur einer Art von Zellen im Binnenkörper und solche mit mehreren Arten. Die einfachen sind entweder unpigmentiert oder pigmentiert.

I. Einfache Organe.

1. Unpigmentierte einfache Organe. Nach der Größe und Gestalt muß man wieder unterscheiden 1. kleine, kuglige oder ellipsoidische Zellenballen (Taf. XXVII, Fig. 6, *o*, Fig. 12, *o* und Fig. 10, *o*, *o*^{1}) und 2. größere unregelmäßig gestaltete Zellenmassen.

Die kleinen Organe finden sich in Gruppen hinter je einem Leuchtorgan der Längsreihen des Rumpfes (Fig. 10, *o*^{1}), weiter am Rücken, zum Teil segmental angeordnet, z. B. eine Gruppe an der Basis je eines Flossenstrahles; nur vorn am Nacken vereinigen sich die beiderseitigen und hintereinander liegenden zu einer größeren Gruppe, ferner ventral von dem postorbitalen Organ, und endlich sind sie den Strahlen aller Flossen in einer Reihe jederseits des Strahles angelagert (Fig. 10, *o* und vgl. Syst. Teil p. 61 Textfig. 17—19). Es sind dieselben Organe, welche bei *Chauliodus* auf den Flossen und besonders in den gallertartig modifizierten Partien des Coriums liegen.

v. Lendenfeld (1905 p. 192) beschreibt sie kurz in folgender Weise: „The small organs without pigment sheath are spherical, enclosed in a connective-tissue capsule, and composed of radially arranged cells, which usually enclose a central cavity."

Die Organe liegen bei *Idiacanthus* nicht so tief in dem Corium wie die pigmentierten, nämlich zwischen der Pigmentschicht und der Epidermis. Bei makroskopischer Betrachtung erscheinen sie am konservierten Tier als weißliche Punkte und heben sich dadurch vom schwarzen Untergrunde scharf ab. Die Größe wechselt zwar etwas, doch stets bleiben sie klein. Sie sind kompakt; eine centrale Höhle, von der v. Lendenfeld berichtet, habe ich niemals gefunden. Da

Zellgrenzen nicht erkennbar sind, so kann man nur aus den Kernen auf ihren mehrzelligen Bau schließen. Ihre Zahl ist gering, im Durchschnitt dürften es 10 sein. Ihr Inhalt besteht ganz gleichmäßig aus farblosen oder sehr wenig mit Eosin sich färbenden groben Körnern, die dicht aneinander gedrängt und oft in geschlängelten Reihen angeordnet sind (Fig. 9, o^3). Vom Protoplasma ist auch in der Umgebung der Kerne nichts zu erkennen. Diese Ballen sind, wie schon v. Lendenfeld angibt, von einer dünnen bindegewebigen Kapsel umhüllt, sie sendet aber keine Fortsätze in das Innere. Blutgefäße und Nerven treten nicht mit ihnen in Verbindung. Irgend welche Anzeichen für einen Zerfall dieser Ballen oder für sonstige Veränderungen habe ich niemals gefunden.

Die größeren einfachen Organe ohne Pigment stellen größere Massen dar, deren Form länglich, abgerundet, gelappt oder sonstwie unregelmäßig ist. Es kommen hier in Betracht 1. ein Organ in der Barbel und 2. mehrere an der Basis der Schwanzflosse und auf ihr gelegene.

Die Gestalt der Barbel ist bereits im Syst. Teil (p. 60, Textfig. 17 p. 61) kurz geschildert. Sie beginnt an der Spitze der Copula des Hyoids. Sie besteht aus dem Schaft, der in eine lanzettförmig gestaltete Fahne ausläuft, und kurz vor ihrem Beginn noch 2 kleine Seitenäste trägt, die nebeneinander abgehen. Der Schaft wird von 4 Längsmuskeln (Fig. 8) durchzogen, welche vom Hyoid ausgehen und bis zur Spitze des Schaftes reichen; die Fasern strahlen auf dem ganzen Weg seitlich schräg gegen die Oberfläche aus. Irgendwelche Skeletstücke sind in der Barbel nicht vorhanden, auch das Hyoid ragt nicht in sie hinein. Außer den Muskeln ziehen in die Barbel Blutgefäße und Nervenäste des Trigeminus. Sie versorgen in erster Linie die Muskeln, einzelne Äste dringen aber auch in den kleinen Seitenast, der das Leuchtorgan enthält. Dasselbe (Fig. 7) ist ziemlich klein; da Pigment fehlt, scheint es beim konservierten Tier als eine kleine gelbliche Masse nach außen durch. Der Ast ist an der Stelle, wo das Organ liegt, angeschwollen (vgl. syst. Teil Textfig. 17 p. 61). Es nimmt die Mitte des Astes ein und ist umgeben von einer ziemlich breiten bindegewebigen Schicht. Es beginnt als ein dünner Strang und geht distad in eine breitere, längliche gelappte Masse über. Diese besteht aus Strängen von Drüsenzellen, die zuweilen etwas regelmäßigere Lagerung zeigen, meist aber ganz ungeordnet liegen, in einer oder zwei Schichten. Nirgends ist eine Spur von einem Hohlraum zu sehen. Zwischen die Stränge dringen überall Bindegewebe und Blutgefäße (*bl*) in großer Zahl. Weiter dringt auch ein Ast des Barbelnerven (*n*) in diese Masse ein und verzweigt sich zum Teil in ihr, zum Teil aber zieht er am andern Ende des Organs wieder hinaus. Es ist deshalb schwer zu entscheiden, ob diese Nervenäste mit den Drüsenzellen in engere Beziehung treten oder ob es nicht Tastnerven der Barbel sind, die das Organ nur durchziehen. Die Drüsenzellen sind mit Körnern, die mit Eosin sich rot färben, dicht erfüllt.

Ganz ähnliche Massen liegen an oder auf der Schwanzflosse (Fig. 11) Jederseits an ihren kurzen Strahlen dorsal und ventral liegt je eine (o^2), eine zweite und dritte liegen nebeneinander etwas von der Basis der Flosse entfernt auf ihr (*o*) und eine vierte (o^1) von diesen beiden etwas entfernt noch weiter distad zwischen dem zweiten und dritten langen Strahle der ventralen Flossenhälfte. Von ersteren, die ich als präcaudale bezeichnen will, sind die dorsalen stärker entwickelt und bilden eine ziemlich kompakte Masse, während die ventralen aus einzelnen Gruppen bestehen, wenn nicht etwa Teile abgerieben sein sollten. Die beiderseitigen sind nicht scharf voneinander durch die kurzen Strahlen getrennt. Von den caudalen sind die proximalen (*o*)

stark gelappt, dagegen hat die distale länglich-ovale Gestalt und ist sehr wenig gelappt. Die ersteren beiden liegen neben- und übereinander, die eine auf der linken, die andere auf der rechten Seite der Flosse.

Die dorsale präcaudale Masse und das distale caudale Organ zeigen im wesentlichen denselben Bau wie das Organ in der Barbel (Fig. 14). Die Zellen (*dr*) sind polyedrisch, mit Körnern dicht gefüllt, der Kern liegt central. Durch Bindegewebszüge ist die ganze Masse in Portionen gesondert, ebenso sind Nerven (*n*) und Blutgefäße (*bg*) im Innern leicht nachzuweisen.

Die proximalen caudalen Organe (Fig. 13, *dr*, Fig. 9 o^2) zeigen eine viel regelmäßigere, epithelartige Anordnung der Zellen. Sie machen den Eindruck, als ob sie aus vielfach gefalteten und umeinander geschlungenen Schläuchen beständen. Die Wand dieser Schläuche besteht aus einer Schicht von cylinderförmigen Zellen, beide Wände sind eng aufeinander gepreßt, oder zwischen ihnen liegt ein schmales Lumen, das aber frei von Sekret ist. Der Kern liegt basal, der Zellinhalt besteht wie bei den anderen Organen aus Körnern. Im peripheren Teil der Zellen ist eine dünne Schicht feinkörnigen Sekrets vorhanden (Fig. 9, o^3). Zwischen die Schläuche dringen in großer Zahl Blutgefäße und Nerven ein. Die Organe sind außen von kleinen einfachen unpigmentierten Organen, die zuerst beschrieben wurden, umlagert.

Wie schon mehrfach erwähnt wurde, dringen Nerven in die caudalen Organe sicher ein. Ich habe leider bei dem einen Tier, bei dem ich sie untersuchen konnte, den Schwanz etwas zu kurz abgeschnitten und habe daher nicht voll befriedigenden Einblick in die Frage der Innervierung erhalten. Kurz vor der Schwanzwurzel liegen unter der Aorta dicht hintereinander zwei Ganglien, die nur sympathische sein können. Von dem letzten geht sicher ein Nerv, wenn nicht mehrere, caudad, durchbricht die Basalplatte der Schwanzflosse an der ventralen Seite und teilt sich dann in mehrere Aeste, von denen drei sicher bis in die Organe zu verfolgen sind und in ihnen auch sich teilen. Wahrscheinlich treten andere Aeste in die präcaudalen Organe, doch bin ich über sie nicht ganz klar geworden.

2. Pigmentierte einfache Organe. Zu dieser Gruppe gehört nur das postorbitale Organ, das wie bei *Chauliodus* etwas hinter dem Auge und etwas unter der Höhe des ventralen Augenrandes gelegen ist. Man findet hier eine corneaartig durchsichtige, etwas gewölbte ovale Partie der Haut, durch welche man den weißlichen Binnenkörper innerhalb einer schwarzen Pigmenthülle erblickt. Da auf der anderen Kopfseite von diesem Organ nur der Pigmentmantel zu sehen ist, so kann man aus diesem verschiedenen Bilde, das das Organ auf beiden Seiten bietet, schon schließen, daß es drehbar sein muß.

Der Binnenkörper zeigt (Fig. 6) einen ganz ähnlichen Aufbau wie bei *Chauliodus*. Auch hier ist die der pigmentfreien Seite anliegende Wand von hohen cylinderförmigen Zellen gebildet, die ein regelmäßiges einschichtiges Epithel bilden. Dagegen auf der entgegengesetzten Seite sind die Zellen niedriger, und die Wand bildet häufiger Falten ins Innere. Dieses ist ganz erfüllt mit unregelmäßig gelagerten Strängen, die aus gleichen Zellen bestehen. Man gewinnt den Eindruck, als ob sie durch immer weiter gehende Faltung der ursprünglich einfachen Wand in das Innere verschoben sind, dann aber ihren Zusammenhang eingebüßt haben, indem mit den Falten auch die bindegewebige Hülle in das Innere eingedrungen ist und schließlich die Falten in mehr minder lange Stränge geteilt hat. Irgendwelche scharf umgrenzte Hohlräume sind nicht erhalten, ebensowenig sucht man freie Sekretmassen, die solche andeuten könnten. Das ganze

Innere bildet eine zusammen- und durcheinander gelagerte Masse von Strängen von Drüsenzellen, Bindegewebe und Blutgefäßen, und die ersteren zeigen hin und wieder noch einen Uebergang in die mediale Wand. In den hohen cylinderförmigen Zellen liegt der Kern basal, in den andern mehr central. Das Sekret ist körnig und füllt die ganze Zelle aus. Außer von der bindegewebigen Hülle wird der Binnenkörper noch umgeben vom Reflektor, der aus koncentrisch gelagerten, langen faserförmigen Zellen besteht, und vom Pigmentmantel, der das kuglige Organ auffallenderweise nur wenig mehr als zur Hälfte umschließt. Ein Nerv dringt an der dorsalen Wand durch die Hüllen mit mehreren (2—3) Aesten und verteilt sich im Binnenkörper. Blutgefäße durchsetzen sie ebenfalls an mehreren Stellen.

Zur Bewegung des Organs dient ein Muskel, wie zwei Querschnittsserien übereinstimmend erweisen. In der Fig. 5 habe ich eine Rekonstruktion des Muskels aus der Serie wiedergegeben. Er entspringt (*mu*) vom Hyomandibulare in der Labyrinthregion, zieht dann parallel dem einen Kiefermuskel (*mu*^{1}) schräg ventrad, umkreist den *N. maxillaris* (*n*), wendet sich dann laterad und erreicht das postorbitale Organ (*o*) vorn auf der ventralen Seite am Rande des Pigmentmantels. Das Organ wird also ventrad abgedreht, und kehrt, da ein besonderer Muskel nicht vorhanden ist, durch Erschlaffung des Muskels in die frühere Lage wieder zurück. Die Lage und der Verlauf des Muskels machen es sehr wahrscheinlich, daß er von dem benachbarten Kiefermuskel sich abgezweigt hat.

Als weitere Teile, die zum Organ in Beziehung stehen, kommen noch folgende zwei in Betracht. Ueber der pigmentfreien Wand desselben bildet die Epidermis eine corneaähnliche, uhrglasartige Scheibe, die frei von Pigment ist. Ob die abgebildete Schicht die ganze Epidermis ist, ist mir zweifelhaft, da sie vielfach beschädigt ist und an den meisten Stellen ganz fehlt. Man sieht in ihr Kerne und auch Schleimzellen an einigen Stellen. Ferner ist noch wichtig eine accessorische dichte Pigmentschicht der Haut, die aber nur auf der ventralen Seite des Organs entwickelt ist. Sie besteht aus verschieden großen Lamellen. An der Drehung des Organs nimmt sie nicht mit teil. Offenbar dient sie zur Verstärkung der Absperrung des Lichtes, wenn das Organ ventrad abgedreht ist.

3. Kleine einfache becherförmige Organe mit Pigmentmantel. Sie finden sich vorwiegend am Rumpf (Taf. XXVI, Fig. 18—20); sie sind entweder kuglig oder langgestreckt konisch. Liegen sie am Bauch, so sind sie mit ihrer Längsachse senkrecht zur Oberfläche gestellt (Fig. 20), liegen sie dagegen lateral, so sind sie schief gestellt und in der Regel dorsad gebogen (Fig. 19). Da diese verschiedene Form entsprechend der verschiedenen Lage regelmäßig wiederkehrt, so glaube ich, daß sie nicht auf Druck oder andere ähnliche Ursachen zurückzuführen ist. Der Bau ist stets derselbe. Die Zellen sind kegelförmig, radiär angeordnet, die Spitzen sind einander zugekehrt. Der Kern liegt basal in einer dünnen Schicht, die sich mit Hämatoxylin blau färbt, während der übrige Teil der Zelle mit farblosen und nur wenig sich färbenden Sekretkörnern erfüllt ist Ein Lumen ist in den Organen nicht vorhanden. Umgeben ist jeder Binnenkörper von einer einschichtigen bindegewebigen Hülle, deren Kerne vereinzelt an der Wand des ersteren getroffen werden, und weiter von einem Pigmentmantel, der meist als eine direkte Fortsetzung, eine eingesenkte Partie des Hautpigments erscheint, in einigen Fällen aber eine Unabhängigkeit von dieser zeigt. Ueber der Oeffnung liegt eine wie ein Uhrglas gewölbte Membran, die wie ein Teil einer Grenzlamelle zwischen Epidermis und Corium erscheint. Die Epidermis ist nur

an einzelnen Stellen in Fetzen erhalten (Fig. 18). Von Blutgefäßen und Nerven, die zu diesen Organen in Beziehung treten, wurde nichts beobachtet.

II. Zusammengesetzte Organe.

4. Kleine becherförmige Organe. Sie liegen besonders zahlreich am Kopf, so auf der Wange, an den Kiefterrändern. Sie schließen sich in der Form und auch im Bau sehr eng den zuletzt besprochenen an, so eng, daß man diese eher zu dieser Gruppe als zu jener rechnen möchte. Es ist nur der Unterschied, der sie trennt, daß in diesen mehrere Arten von Zellen im Binnenkörper vorhanden sind, dort nur eine.

In diesen kleinen zusammengesetzten Organen (Taf. XXVI, Fig. 21—23) finden sich außer den Drüsenzellen (*dr*), die allein bei jenen kleinen einfachen vorhanden sind, und die hier nur die proximale Hälfte des Bechers einnehmen, in der distalen noch andere Zellen. Man wird sie (*l*) zwar auch als Drüsenzellen bewerten, sie unterscheiden sich aber dadurch von jenen, daß sie größer sind, der Kern central liegt, die basale körnerfreie Zone fehlt, und das körnige Sekret meist sich mit Eosin intensiv kirschrot färbt. Sonst bietet das Bild der Organe nichts Abweichendes.

In diese Gruppe gehören wahrscheinlich auch die kleinen Organe, welche um das Auge einen Kranz bilden. Sie sind sehr klein, und es ist schwer einen guten Sagittalschnitt durch sie zu erhalten. Sie liegen nicht wie ähnliche auf einem besonderen Wulst, der durch eine grabenartige Furche vom Auge getrennt ist, sondern vielmehr direkt dem Bulbus außen auf der Grenze zwischen Cornea und Sklera auf (Fig. 23, Taf. XXVII, Fig. 3, o^3). Sie erscheinen wie eingekeilt in die Bulbuswand. Manchmal fehlte auf der dem Auge zugewandten Seite das Pigment, in den meisten Fällen liegt ihre Oeffnung so, daß ihr Licht nicht in das Auge fallen kann, sondern am Auge vorbeistreicht. Auf Grund der verschiedenen Färbung der Sekretkörner möchte ich auch in diesen Organen das Vorhandensein von zwei verschiedenen Zellarten und eine ähnliche Lagerung derselben annehmen.

5. Eine weitere Stufe der Differenzierung zeigen etwas größere becherförmige Organe, welche zwischen den großen flaschenförmigen am Bauch in gesetzmäßiger Anordnung zu je zwei und ganz vorn am Isthmus in 2 Paaren direkt hintereinander, noch etwas vor den ersten flaschenförmigen Organen liegen. Ihr Binnenkörper hat drei verschiedene Zellarten (Fig. 24), indem der distale Teil hier sich noch wieder sondert in einen peripheren und centralen. Der proximale im Grunde des Bechers liegende wird von radiär angeordneten kegelförmigen Drüsenzellen vom typischen Bau gebildet, nur sind die Zellen etwas größer als in den kleinen Organen. Ebenso stimmen die Zellen des peripheren Teils (*pl*) mit den Zellen des distalen Teils jener überein, aber die centralen (*cl*) sind kleiner und ihr Sekret färbt sich bläulichrot, weniger stark als das der peripheren. Die übrigen Teile sind wieder gleich, nur dringt hier die bindegewebige Hülle auch zwischen die Zellen des Binnenkörpers ein und in einigen glaube ich auch Durchschnitte von Blutgefäßen erkannt zu haben.

Die vier Organe am Vorderrande des Isthmus sind nicht alle gleich ausgebildet. Im ersten Paar ist das linke, im zweiten das rechte größer als das andere, und in den größeren sind die centralen Zellen zahlreicher. Ferner fehlen dem linken des zweiten Paares, also dem kleineren

die centralen Zellen, und dadurch erscheint es nur wie ein vergrößertes kleines Organ. Da nun aber zweifellos dieses in die Gruppe der größeren mit drei verschiedenen Zellarten gehört, so liegt der Schluß nahe, daß es noch nicht seine volle Ausbildung erlangt hat. Das würde aber bedeuten, daß die centralen Zellen aus den andern entstehen. Für eine solche Umbildung sprechen auch die Schnitte durch fertige Organe, indem zwischen den peripheren und centralen Uebergänge vorhanden sind. Auf der Grenze beider findet man vereinzelt Zellen, welche in Bezug auf Färbung und Lage eine Zwischenstufe einnehmen, so daß man im Zweifel ist, welchem Teile man sie zurechnen soll. Ebenso ist die Grenze zwischen den proximalen und centralen nicht scharf.

Wenn man die behandelten becherförmigen einfachen und zusammengesetzten Organe übersieht, die sich im wesentlichen nur durch die verschiedene Größe und verschiedene Stufe einer gleich gerichteten Differenzierung unterscheiden, so drängt sich sehr leicht der Schluß auf, es möchten die kleineren nur Entwicklungsstadien der größeren sein, zumal das für die Untersuchung verwandte Tier sicher noch nicht ausgewachsen war. Indessen so plausibel auch diese Ansicht auf den ersten Blick erscheinen mag, so muß man sie doch zurückweisen und zwar aus folgenden Gründen. Der gleiche Unterschied in der Lage und Größe kehrt auch bei größeren Exemplaren wieder. Das eine Isthmusorgan mag vielleicht in seiner Entwicklung durch die starke des benachbarten gehemmt sein, dieses trifft aber nicht zu für die anderen, die isoliert liegen. Ein Ersatz von Organen oder eine Neuanlage bei älteren Tieren findet sicher nicht statt. Die angelegten bleiben dauernd erhalten. Endlich spricht dagegen die gesetzmäßige Anordnung der kleinen und ihre gleichmäßige Ausbildung. Ginge eine Umwandlung vor sich, so würde sie schwerlich in den verschiedenen Gruppen so genau gleichen Schritt halten.

6. Flaschenförmige zusammengesetzte Organe. Sie finden sich erstens am Rumpf in einer lateralen und ventralen Längsreihe, dann auf der Branchiostegalmembran, dann 2 auf dem Kiemendeckel, die ich als operculare bezeichne, und zwei zu einem Doppelorgan vereinigte am ventralen Augenrande, das orbitale. Da sie in den meisten Punkten den gleichförmigen von *Chauliodus* gleichen, so will ich nur die abweichenden hervorheben (Taf. XXVII, Fig. 1). Der linsenförmige Körper ist in einen peripheren und centralen Teil gesondert. Der erstere besteht aus langgestreckten Zellen mit centralem Kern und körnigem, kirschrot sich färbendem Inhalt. Er ist bei weitem größer als der centrale Teil. Dieser liegt zum Teil im Halsteil, zum Teil im Bauchteil, in der Mitte ist er wie das Organ ringförmig eingeschnürt. In dieser Furche ist die bindegewebige Hülle stärker entwickelt. Die centralen Zellen sind polyedrisch, von sehr feinkörnigem, mitunter auch homogenem Sekret erfüllt, das sich mit Eosin rosa bis rot färbt. Prüft man die Beziehungen zwischen den Drüsenzellen des Bauchteils (*dr*), und den centralen (*cl*) und zwischen diesen und den peripheren (*pl*) des linsenförmigen Körpers, so findet man Uebergänge. Die ersteren verlieren gegen die centralen ihre basale, blau sich färbende Wandschicht, das Sekret wird feinkörniger, die Zellen werden kürzer, und der Kern gibt die periphere Lage auf. Ist diese Uebergangszone auch nur wenig breit, so ist sie doch deutlich ausgeprägt.

Aehnlich liegen die Verhältnisse im linsenförmigen Körper. In der Mitte sind die peripheren und centralen Zellen durch ihre verschiedene Struktur und Lage und durch ein bindegewebiges Septum scharf gesondert, aber an den Seiten zeigen die Schnitte Uebergänge, wenn auch diese Zone noch schmäler ist.

Dann sind noch erwähnenswert einige, 2—4 Zellen, welche im bindegewebigen Kern des Bauchteils liegen; im orbitalen Organ sind sie etwas zahlreicher. Sie sind dadurch von den andern ausgezeichnet (Fig. 2), daß ihre Grenzen weniger scharf sind, ihr Inhalt faserig und der Kern unregelmäßig geformt erscheint. Bindegewebszellen sind es nicht, dafür ist der Kern zu groß; am ehesten scheinen sie Beziehungen zu den centralen Zellen zu haben. Hierfür spricht, daß unter diesen an dem Rande, der an den bindegewebigen Kern stößt, eine oder zwei Zellen angetroffen werden, welche ähnliche Charaktere zeigen. Wenn es der Fall wäre, würde man sie nur für degenerierende centrale Zellen, doch scheint mir diese Auffassung sehr zweifelhaft.

Nerven dringen nicht in die Organe ein, auffallenderweise auch Blutgefäße sehr spärlich. Nur ganz vereinzelt habe ich ein schwaches Gefäß im Binnenkörper gefunden.

Bei makroskopischer Untersuchung des Kopfes erkennt man auf dem Kiemendeckel nur ein Organ, das im hinteren Teil in der ventralen Hälfte gelegen und ventrad nach außen geöffnet ist. Die Schnitte decken ein zweites auf, welches etwas vor dem andern, aber mehr dorsal gelegen ist (Fig. 4, *o*). Es zeigt den Bau des ventralen, aber es ist ganz in die Tiefe des Kiemendeckels verlagert und derart gelegen, daß es nicht nach außen, sondern nach vorn und innen, also gegen die Kiemenhöhle sich öffnet. Nach außen kann Licht auf keinen Fall durchdringen, weil einmal der Pigmentmantel des Organs es verhindert, weiter aber auch die Pigmentschicht der Haut hier völlig geschlossen ist, dagegen erfährt diese auf der medialen Wand des Kiemendeckels eine Unterbrechung, so daß durch diese Lücke das Licht entweichen kann.

Das orbitale Organ (Fig. 2, 3) ist wieder ein Doppelorgan. Die beiden Organe liegen mit ihren Längsachsen unter einem rechten Winkel zueinander, das eine (*o*) gegen das Auge gestellt, das andere (*o'*) dagegen caudal, parallel dem Kieferrande. Sie liegen allerdings nicht ganz in derselben Ebene, sondern das ventrale ist etwas unter das dorsale geschoben. Drüsenkörper grenzt an Drüsenkörper, durch keinen Pigmentmantel getrennt, sondern nur durch die bindegewebige Hülle. Die beiden Organe fallen besonders durch ihre verschiedene Größe auf, das ventrale ist ganz bedeutend kleiner als das dorsale und seine Längsachse etwas gekrümmt. Sonst ist der Bau aber derselbe. Ein Reflektor fehlt beiden. Der Gallertkörper ist dagegen stärker entwickelt.

Die Beziehungen des dorsalen Organs zum Auge treten noch besser auf dem in Fig. 3 abgebildeten Querschnitt durch den Kopf hervor. Es liegt auf einem Wulst, der durch eine tiefe einschneidende Furche (*auf*) vom Bulbus abgetrennt ist. Eine andere kleinere trennt ihn vom Kiefer. Auf der lateralen Wand ist eine besondere Pigmentschicht (*lp*) entwickelt, die bis zum dorsalen Rande des Wulstes reicht, und dadurch ist ein Ausstrahlen des Lichtes nach der Seite unmöglich gemacht, es wird vielmehr gegen die Cornea, in die vordere Augenkammer geleitet. Zwischen dem Organ und dieser lateralen Pigmentschicht ist ein Seitenkanal getroffen.

Andere orbitale Organe als dieses Doppelorgan sind nicht vorhanden, ebenso fehlen Organe an der Hinterwand des Bulbus.

17. *Dactylostomias ater* A. Br.

(Taf. XXVII, Fig. 15—20; Taf. XXVIII, Fig. 1—10; Taf. XXIX, Fig. 24; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 57 ff., Taf. III, Fig. 3.)

Wenn auch *Dactylostomias* im Bau der Leuchtorgane sich eng an die bisher behandelten *Stomiatiden* anschließt, so bietet diese Form doch auch sehr bemerkenswerte Unterschiede. Während die flaschenförmigen Organe am Rumpf sonst bei makroskopischer Betrachtung am meisten auffallen, treten sie hier fast ganz zurück, so daß nur mit größter Mühe ihre Zahl ungefähr festgestellt werden kann, ja die opercularen fehlen sogar ganz. Dagegen sind die kleineren Organe in geradezu verblüffender Menge über den ganzen Körper verteilt. Die Fig. 18 auf Taf. XXVII, welche ein Stück Haut kurz vor der Bauchflosse wiedergibt, und die Fig. 1 auf Taf. XXVIII, die einen Querschnitt durch das Auge und die ventral angrenzende Partie darstellt, zeigen den großen Reichtum der Haut an Leuchtorganen. Man kann keinen Schnitt finden, der nicht eine größere Zahl getroffen hat. Wie die Drüsen in der Haut eines Salamanders, so dicht liegen hier die Leuchtorgane. Weiter fällt besonders am lebendfrischen Tier der bronzene Schiller der ganzen Haut auf; er rührt von einem Reflektor (Fig. 10, *r*, Taf. XXVIII) her, dessen faserförmige Zellen mit stark lichtbrechenden und mit Eosin sich intensiv rot färbenden Körperchen fast alle Stellen der Haut bedecken, die noch von den Leuchtorganen frei gelassen sind. Die Epidermis war abgerieben. Außer diesen am meisten auffallenden Unterschieden kommen noch viele andere in Betracht, die den Bau der Organe betreffen.

Die kleinen pigmentlosen Organe mit nur einer Art von Zellen, welche bei *Chauliodus* und *Idiacanthus* sich finden, sind auch hier vorhanden, sie sind allerdings kleiner und liegen zerstreut in der Haut und merkwürdigerweise mediad vom Reflektor (Fig. 10, *o*). Sie bestehen hier aus einigen wenigen Zellen, deren Inneres von Sekretkörnern oder Ballen erfüllt ist, die sich wenig färben. Außen sind die Organe durch eine dünne bindegewebige Kapsel abgeschlossen. Auf dem abgebildeten Schnitt waren von ihr keine Kerne getroffen.

Die übrigen Organe sind pigmentiert. Am einfachsten sind die auf der Barbel liegenden gebaut. Diese ist lang, fadenartig, aber ihr Ende ist stumpf, ohne eine Anschwellung (Fig. 3, zwischen Fig. 2 u. 4), wenn es nicht abgerissen ist. Drüsenzellen habe ich im Innern der Barbel nirgends gefunden. Dagegen finden sich besonders auf dem proximalen Teil, und zwar nur auf der (bei der Lage der Barbel nach hinten) ventralen Seite, kleine längliche ziemlich platte Organe (Fig. 2, *o*). Auf der einen Seite sitzt ihnen kappenartig eine kleine Pigmenthülle auf. Die Zellen sind in zwei Reihen angeordnet, doch ist zwischen diesen ein Lumen nicht vorhanden. Sie sind mit Körnern, die mit Eosin nur einen schwachen Ton annehmen, gefüllt. Jedes Organ ist wieder von einer bindegewebigen Kapsel umgeben. Die auf dem Endstück der Barbel liegenden, in der Fig. 3 gezeichneten Pigmentflecke stehen zu keinem Organ in Beziehung.

Ebenfalls aus einer Art von Drüsenzellen ist der Binnenkörper von drei Organen zusammengesetzt, welche ventral vom Auge liegen, und von einem plattenförmigen, das vor der Bauchflosse gelegen ist. Von den ersteren ist das eine gleichwertig dem postorbitalen Organ der früher betrachteten *Stomiatiden*. Es ist hier auch becher- oder sackförmig; vor ihm liegt

noch ein kleineres kugliges, das ich als suborbitales bezeichne, und ferner liegt zwischen diesem und dem Auge noch ein bandförmiges Organ (Taf. XXVII, Fig. 15, *bo*).

Das postorbitale ist das größte bei *Dactylostomias* (Taf. XXIX, Fig. 24). Es schließt sich im Bau ganz an die gleichbenannten von *Astronesthes*, *Idiacanthus* u. a. an. Das Innere ist wieder ganz erfüllt von Strängen von Drüsenzellen, die zweireihig liegen, aber durch Bindegewebe voneinander getrennt sind. Nur an der peripheren, der Epidermis zugewandten Seite, der pigmentfreien Oeffnung sind die Zellen zu einem regelmäßigen Epithel verbunden. Hohlräume sind nicht vorhanden. Zuweilen, besonders im distalen Teil findet man freies Sekret und auch einzelne Zellen, die zwischen den Strängen liegen, und man könnte daraus auf einen Zerfall der Zellen schließen, aber so plausibel auch eine solche Annahme wäre, so glaube ich doch, daß sie nicht zutrifft, sondern daß dieses Bild künstlich, durch Druck oder ungenügende Konservierung entstanden ist. Denn auch in andern Organen findet man ähnliches, und hier ist es sicher künstlich hervorgerufen. Auffallenderweise ist die Oeffnung des Organs nur klein und in eine größere und kleinere getrennt. Der Reflektor ist sehr stark ausgebildet und zeigt bei abgeblendetem Licht einen sehr lebhaften Glanz. Blutgefäße und Nerven dringen durch den Pigmentmantel und Reflektor durch und verbreiten sich im Innern. Das Organ ist drehbar und zwar scheint nur ein Muskel vorhanden zu sein, der wieder am ventralen Pigmentrande ansetzt, so daß es ventrad abgedreht wird.

Das suborbitale kuglige Organ unterscheidet sich von diesem postorbitalen durch die Anordnung und Art der Zellen, durch das Fehlen des Reflektors und des Muskels. Die Zellen sind zum Teil sehr lang, cylinder- oder kegelförmig, sie bilden ein regelmäßiges einschichtiges Epithel, das nicht oder sehr wenig gefaltet ist. An der proximalen, also medialen Wand sind die Zellen höher. Im Innern ist ein Hohlraum vorhanden, und in ihm liegen Sekretmassen, zerfallene Zellen und auch Blutgefäßschlingen. Das Vorhandensein der letzteren muß zur Vorsicht mahnen. Da an der lateralen Wand die Zellen zerrissen sind, so möchte ich glauben, daß daher das Sekret und die Zellfetzen stammen, oder aber es ist eine Falte der Wand, die in das Innere hineinragt, mit ihren Zellen zerstört worden, jedenfalls scheint mir diese innere Masse nicht durch einen natürlichen Zerfall von Zellen zu erklären zu sein. Der Kern liegt basal in einer körnerfreien Zone. Eine bindegewebige Hülle und ein Pigmentmantel umschließen das Organ. Außer Blutgefäßen scheinen auch einige feine Nervenäste einzudringen.

Das suborbital und das vor der Bauchflosse gelegene bandförmige Organ zeigt einen ähnlichen Bau. Das suborbitale ist am besten mit einem Schlauch zu vergleichen (Fig. 5 u. 6, Taf. XXVIII), dessen Wände von cylinderförmigen Drüsenzellen gebildet werden, und der von einer bindegewebigen Hülle umschlossen wird. Das Bild wird dadurch weniger regelmäßig, daß die Dicke des Schlauches wechselt, die Wände an einzelnen Stellen sich ins Innere einfalten, und dadurch das Lumen eingeengt wird. Die Zellen selbst sind von gleicher Struktur wie beim kugligen suborbitalen. Das Organ vor der Bauchflosse ist kürzer, runder und seine Zellen sind niedriger.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen, die nur eine Art von Zellen in ihrem Binnenkörper zeigen, besteht der Binnenkörper der folgenden aus mehreren Arten, sie können daher wieder als „zusammengesetzte" jenen einfachen Organen gegenüber gestellt werden.

Die häufigste Form ist die in der Fig. 17 auf Taf. XXVII abgebildete. Sie sind sack-

förmig, doch ist durch eine nicht ganz das Organ umgreifende leichte Einschnürung eine Sonderung in einen kürzeren distalen und mehr als doppelt so langen proximalen Teil angedeutet. Die Organe liegen mit ihrer Längsachse fast parallel zur Oberfläche, infolgedessen ist die laterale, der Epidermis am nächsten liegende Wand kürzer als die mediale. Die Größe der Organe wechselt sehr, doch scheint der Bau, soweit sich erkennen läßt, bei allen derselbe zu sein. Für die Beschreibung und die Figur mußte ich die Schnitte von mehreren Organen kombinieren, weil kein Organ alle Teile gleich gut konserviert zeigte. Am besten war der distale Teil erhalten. Der Binnenkörper zeigt auch zwei Teile, die ungefähr durch die äußerlich sichtbare Furche getrennt werden. Ich bezeichne sie als den Drüsenkörper (*dr*) und den linsenförmigen (*l*). Der letztere ist kugelförmig; seine Zellen sind polyedrisch. Sie sind zu einem kompakten Körper eng aneinander geschlossen, zum Teil in konzentrischen Schichten regelmäßig angeordnet. Der Kern liegt central. Die Zellen sind entweder ganz mit sehr feinkörnigem Sekret erfüllt, oder der Inhalt erscheint homogen oder er besteht zum Teil aus Körnern, zum Teil aus homogener Masse. Die ersteren färben sich mit Eosin hellrot, die letztere dunkelblau. Eine bindegewebige Kapsel umhüllt den linsenförmigen Körper, dringt aber nicht in ihn ein.

Die Drüsenzellen finden sich nicht nur im proximalen Teil des Binnenkörpers, sondern sie umgreifen auf der medialen Wand auch den linsenförmigen Körper. Im ersteren Teil sind sie verschieden lang. Die einen reichen vom Boden des Sackes bis zum linsenförmigen Körper; je weiter sie sich vom Boden entfernen, um so kürzer werden sie. In der Schicht, die jenen umgreift, sind sie kubisch. Ebenso ändert sich ihre Struktur. Im proximalen Teil zeigen alle die typische Sonderung in eine körnerfreie basale Zone, in der der Kern liegt, und einen größeren körnigen Abschnitt. Neben den Körnern finden sich auch größere Ballen. Diese Zellen waren besonders in ihren centralen Partien schlecht erhalten, zum Teil sogar zerfallen. Im distalen Teil nehmen die Zellen einen mehr indifferenten Charakter an, die Körner verschwinden mehr und mehr und verlieren ihre Färbung, und die am meisten distal liegenden Zellen sind körnerfrei und zeigen keine Anzeichen von Drüsenzellen. Der Uebergang ist ein allmählicher, und eine ebensolche Zone indifferenter Zellen, die nur schmäler ist, findet sich auch auf den andern Seiten. Da alle Organe in dieser Hinsicht dasselbe Bild bieten, so scheint hier die Deutung berechtigt, daß diese indifferenten Zellen Ersatzzellen für die Drüsenzellen des proximalen Teils sind. Zu den Zellen des linsenförmigen Körpers scheinen sie keine Beziehungen zu haben.

Auch der Drüsenkörper ist wieder von einer bindegewebigen Hülle umschlossen, die ebenfalls nicht zwischen die Zellen sich eindrängt. Im distalen Teil, aber nur auf der medialen Seite liegt ein stark ausgebildeter Reflektor (*r*), der sich auch noch eine Strecke weit auf die anliegende Partie der Haut fortsetzt. Da die Organe sehr eng aneinander grenzen, so bilden diese Fortsätze der Reflektoren eine fast kontinuierliche Schicht über den ganzen Körper. Die Reflektorzellen sind lang, faserförmig, etwas geschlängelt und enthalten intensiv rot sich färbende Körperchen. Der Pigmentmantel (*p*) geht auf der medialen Wand direkt in die Pigmentschicht der Haut über, auf der lateralen ist er dagegen von ihr abgetrennt. Die Oeffnung des Organs, die ventrad gestellt ist, ist noch von einer uhrglasförmigen Membran überwölbt und weiter noch von der Epidermis (*e*), die aber nur an einzelnen Stellen erhalten war.

Kleinere Organe von demselben Bau bilden einen Kranz um das Auge. Sie liegen dem Bulbus direkt an, auf der Grenze zwischen Sklera und Cornea (Taf. XXVIII, Fig. 1). Das

Pigment ist auf der lateralen Wand stärker entwickelt als auf der medialen, so daß das Licht mehr gegen das Auge, auf die Cornea fallen muß als nach außen vom Organ fort.

Die flaschenförmigen Organe (Taf. XXVII, Fig. 19, 20) zeigen die Form der Flasche zwar nicht immer so klar ausgebildet wie bei *Chauliodus* u. a., weil die den Hals- und Bauchteil trennende Einschnürung nicht so tief ist, besonders bei den branchiostegalen Organen (Fig. 19), aber sie gehören nach ihrem Bau ganz in diese Gruppe. Sie sind ganz auffallend klein, tief in das Corium versenkt, und die pigmentfreie Lücke in der ihnen vorgelagerten Hautpartie, durch die das Licht entweichen kann, ist sehr schmal. Diese Eigentümlichkeiten lassen die Frage aufwerfen, ob man es hier nicht mit Organen zu tun hat, die früher bedeutend stärker entwickelt gewesen sind. Für diese Ansicht spricht ferner, daß die branchiostegalen, die sonst eher größer als die Rumpforgane sind, hier kleiner sind und keinen Reflektor haben, und weiter, daß operculare Organ ganz fehlen.

Bei den Rumpforganen und ebenso bei dem orbitalen, auf das ich unten noch näher eingehen werde, ist der Bau derselbe. Der Bauchteil des Binnenkörpers wird zum größten Teil von kegelförmigen Drüsenzellen eingenommen, die im Verhältnis zur Größe des Organs wenig hoch sind. Sie sind radiär angeordnet. Nur auf der distalen Seite bleibt ein kegelförmiger Ausschnitt frei von den Drüsenzellen. Diese zeigen den schon oft beschriebenen Bau, wie ein Blick auf die Fig. 20 sofort erkennen läßt. Außer kleineren Sekretkörnern finden sich in ihnen auch größere Ballen. Im Centrum des Drüsenkörpers liegt ein kleiner Raum, der von Bindegewebe ausgefüllt wird. Es steht mit der Hülle, die den Körper umschließt, durch zahlreiche Züge, die ihn durchsetzen, in Verbindung.

Der Halsteil des Binnenkörpers setzt sich im peripheren Abschnitt aus langen schmalen Zellen zusammen, die ebenfalls durch Septen der bindegewebigen Kapsel getrennt werden. Ihr Inhalt ist feinkörnig. Gegen den Bauchteil werden sie kleiner und nehmen zum Teil ganz den Charakter an, den die Zellen des dritten, des centralen Teils zeigen. Dieser ist kegelförmig und keilt sich in den Drüsenkörper ein. Er baut sich aus zahlreichen, kleinen, polyedrischen Zellen auf, die meist einen homogenen Inhalt haben. Die peripher liegenden sind etwas größer und heller, die tieferliegenden kleiner und dunkler. Der Reflektor, der aus faserförmigen Zellen besteht, ist nur im Halsteil entwickelt. Die Oeffnung ist überdeckt von einer aus parallelen Fasern bestehenden dünnen Schicht, die vielleicht als der Rest einer Schuppe aufgefaßt werden kann.

Die schiefe Lage des Organs in der Fig. 20 ist wahrscheinlich nicht die natürliche; wahrscheinlich dürfte seine Oeffnung ganz unter der fensterartigen Lücke im Hautpigment gelegen sein. Jedenfalls sind Muskeln, die das Organ drehen könnten, nicht vorhanden.

Von Blutgefäßen und Nerven habe ich innerhalb der Organe nichts gesehen.

Die branchiostegalen Organe (Fig. 19) sind abgesehen von der geringeren Größe noch dadurch von den soeben besprochenen verschieden, daß der centrale Teil nur aus wenigen großen Zellen gebildet ist, die sich nicht in den Drüsenkörper einkeilen, weiter daß der bindegewebige Kern fehlt, dem Organ ein Gallertkörper vorliegt, dagegen ein Reflektor nicht gebildet ist.

Das orbitale Organ (Taf. XXVIII, Fig. 1, *orb*) liegt ventral am Augenrande. Es ist unpaar. Das Auge liegt sehr tief, das Organ überragt die Cornea derart, daß es schräg vor das Auge sein Licht werfen muß, nicht wie bei anderen Formen direkt in die vordere Augenkammer. Es unterscheidet sich von den flaschenförmigen Organen des Rumpfes besonders durch den

Mangel des Reflektors und durch die starke Entwicklung des Gallertkörpers (Fig. 9). Dieser ist wie eine kegelförmige Haube dem Linsenkörper aufgesetzt. Er besteht aus zwei Teilen, der innere, kleinere zeigt mehr lockeren Bau und ist heller als der äußere.

Auch der Rand der tiefen grabenartigen Furche auf der ventralen Seite des Auges ist mit Organen dicht besetzt, sie liegen aber nicht dem Bulbus direkt an, sondern auf der andern Seite des Grabens. An der Hinterwand des Bulbus habe ich keine Organe gefunden.

18. *Malacosteus indicus* Günther.

(Taf. XXVIII, Fig. 11—22; über die Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 65ff., Taf. IV, Fig. 1, Textfig. 24, 25.)

Malacosteus weicht in vielen Punkten, im Auge, im Mangel der Barbel, in der Bezahnung u. a. und auch im Bau und in der Gestalt der Leuchtorgane von den meisten *Stomiatiden* ab, aber im Prinzip ist der Aufbau der Organe doch auch hier ein solcher, daß die Zugehörigkeit dieser Gattung zu dieser Familie keinem Zweifel unterworfen sein kann. v. Lendenfeld (1887) gibt zwar an, auch die Leuchtorgane, besonders das suborbitale Organ von *Malacosteus* untersucht zu haben, doch findet sich keine speziellere Angabe und auch keine Figur darüber. Wenn etwa die Schilderung des suborbitalen Organs von *Opostomias* und *Pachystomias* auch für *Malacosteus* gültig sein soll, so lohnt es sich nicht, sie näher zu berücksichtigen, da diese fast in allen Punkten den wirklichen Verhältnissen nicht entsprechen würde.

Von den zwei für die Untersuchung zur Verfügung stehenden Exemplaren war nur das 8 cm große, das in Formol konserviert war, brauchbar, das kleinere war zu schlecht erhalten. Von dem ersteren habe ich nur Stücke der Haut des Bauches und die eine Kopfseite nehmen können, aber ich glaube nicht, daß mir wichtige Organe, die die Darstellung wesentlich anders gestalten würden, entgangen sind.

Die Einteilung der Organe für die Beschreibung ist dieselbe wie bei andern *Stomiatiden*.

I. Einfache Organe.

1. Pigmentlose kleine Organe. Sie finden sich über den ganzen Körper zerstreut, aber nach dem einen, scheinbar sehr gut erhaltenen Exemplar, nach welchem auch die farbige Abbildung im Systematischen Teil, Taf. IV, Fig. 1, gemacht ist, sind sie in größeren Gruppen regelmäßig verteilt. Ferner finden sie sich auch auf den Flossen entlang den Strahlen. Sie liegen zwischen der Pigmentschicht des Coriums und der Epidermis (Fig. 18), oft ist die erstere an dieser Stelle etwas eingesenkt. Von der Epidermis sind sie durch eine dünne uhrglasartige kernlose Membran getrennt. Diese muß sehr fest sein, da sie auch in den Fällen, in denen die Epidermis völlig abgerieben ist, erhalten geblieben ist. Die Organe sind stets sehr klein, punktförmig, kuglig oder ellipsoidisch und sind von einer dünnen bindegewebigen Kapsel umhüllt. Sie sind völlig kompakt. Die Zellen zeigen auch keine radiäre Anordnung, die auf ein vorhanden gewesenes centrales Lumen schließen ließen. Zellgrenzen sind meist nicht erkennbar, nur zuweilen deutet die reihenförmige Anordnung der Körner, die das Innere der Zellen dicht erfüllen, auf ihr Vorhandensein hin. Die Körner färben sich mit Eosin mattrosa. Blutgefäße und Nerven treten mit den Organen in keine Verbindung.

2. Ein pigmentiertes einfaches Organ ist das postorbitale (Fig. 19, *po*). Es liegt in einiger Entfernung hinter dem großen suborbitalen, das dem ventralen Augenrande hinten direkt angelagert ist. Gleich nach dem Fange erschien das Organ hellgrün, welche Färbung sehr wahrscheinlich im Reflektor ihren Sitz hatte. Das kuglige Organ schließt sich in Bezug auf den Bau im ganzen dem postorbitalen von *Chauliodus*, *Idiacanthus* und den andern *Stomiatiden* an, im Einzelnen sind einige Unterschiede vorhanden, die sich mit wenigen Worten darstellen lassen. Es liegt sehr tief im Corium, aber die noch vorliegenden Hautpartien sind durchsichtig. Bei makroskopischer Betrachtung (Fig. 21) erscheinen diese wie die Cornea eines Auges. Pigmentmantel, Reflektor und bindegewebige Hülle bieten nichts Abweichendes. Die pigmentfreie Seite des Binnenkörpers ist von einer dünnen uhrglasförmigen Schicht paralleler Fasern überzogen (Fig. 22). Der Binnenkörper besteht aus einer dicht gepackten Zellmasse. Bindegewebszüge, in denen auch hin und wieder die Durchschnitte von Blutgefäßen angetroffen werden, teilen sie in ganz verschieden geformte und verschieden große Territorien. Die bei andern *Stomiatiden* meist zweireihige Anordnung der Zellen tritt nur ganz vereinzelt hervor, meist ist eine bestimmte Lagerung nicht erkennbar. Auch die Form der Zellen wechselt außerordentlich. Diese Drüsenzellen (*dr*) zeigen dadurch eine Verschiedenheit, daß die Sekretkörner oder Ballen viel größer sind, und da ihre Ränder scharf hervortreten und sie sehr eng und gegen die Zellwände gelagert sind, so sind die Zellgrenzen schwer zu verfolgen. Die Kerne liegen der basalen Wand eng angedrückt, meist in einer sehr schmalen Schicht, die sich mit Hämatoxylin blau färbt. Das Sekret färbt sich mit Eosin gelblich. In den peripheren Partien trifft man auf frei liegende Sekretmassen. Ob sie durch künstlichen Druck aus den Zellen herausgepreßt sind oder ob sie auf natürliche Weise ausgeschieden sind, muß ich dahin gestellt sein lassen.

Besonders an der dorsalen Wand habe ich dünne Nervenäste durch die Hüllen und den Reflektor bis in den Drüsenkörper eindringen sehen.

Das Organ kann ventrad abgedreht werden, doch bin ich nicht ganz klar darüber geworden, ob ein oder zwei Muskeln sich mit ihm in Verbindung setzen. Das erstere ist mir mehr wahrscheinlich. Seine Ansatzstelle ist wieder der ventrale Rand des Pigmentmantels. Mit dieser Drehbarkeit stehen wahrscheinlich die Pigmentschichten, welche in außerordentlich starker Entwicklung das Organ noch außer dem ihm zugehörigen Mantel allseitig umschließen (Fig. 19), in Beziehung, insofern als im Fall der Abdrehung durch sie auch ein Entweichen des Lichtes nach andern Seiten verhindert wird.

II. Zusammengesetzte Organe.

Ihre Binnenkörper sind aus mehreren Arten von Zellen aufgebaut. Auf den Schnitten durch den Kopf finden sich kuglige Organe, die alle klein sind, aber in der Größe doch sehr wechseln (Taf. XXVIII, Fig. 12a—c, 13). Wahrscheinlich sind auch alle am Rumpf vorhanden, doch reichten die kleinen, von mir untersuchten Stücke nicht aus, um Sicheres über ihr Vorkommen und ihre Anordnung zu machen. Sie liegen alle am Grunde der Epidermis (Fig. 12a, b, c), in das Corium etwas eingesenkt, und sind von einem Pigmentmantel umschlossen. Dieser erscheint manchmal als ein Teil der gewöhnlichen Pigmentschicht der Haut, bei den meisten aber zeigt er sich durch die gleichmäßige Wand und durch die scharf abgesetzten Ränder als ein dem Organ zugehöriger, selbständiger Teil. Die dem Organ vorgelagerte Epidermis ist in

seinem Bereich pigmentfrei (Fig. 12b), oder es liegen hier ebenso wie an den übrigen Stellen verzweigte Pigmentzellen (Fig. 12a).

Die kleinsten Organe (Fig. 12a) scheinen nur aus einer Art von Zellen zu bestehen und wären deshalb besser bei der Gruppe der einfachen Organe zu besprechen, aber sie schließen im übrigen sich so eng an die größeren zusammengesetzten an, daß eine Trennung nur als eine unnatürliche erscheinen könnte. Die Einteilung in einfache und zusammengesetzte Organe soll auch ja nur die Uebersicht erleichtern, einen anderen Wert teile ich ihr nicht zu. Man könnte auch andere Gruppierungen wählen; mir schien die gewählte die beste von den möglichen.

Die wenig zahlreichen Zellen dieser kleinsten Organe sind polyedrisch, dicht aneinander gelagert, ein Lumen ist im Organ nicht vorhanden. Der Kern liegt central, der Inhalt der Zelle ist körnig. Eine dünne bindegewebige Hülle schließt den Zellhaufen nach außen ab.

In etwas größeren Organen (Fig. 12b) ist die Zahl der Zellen größer, ihre Lagerung ebenso unregelmäßig, aber an der Peripherie sind einige Zellen nicht mit körnigem Sekret erfüllt, sondern der Inhalt erscheint homogen.

Eine dritte Form (Fig. 12c) ist einmal wieder größer, dann aber ist eine schärfere Sonderung und bestimmtere Lagerung der Zellen vorhanden. Die mit körnigem Sekret erfüllten Zellen nehmen die eine, innere Hälfte des kugligen Organs ein, sie sind schmal kegelförmig, radiär angeordnet. Der Kern liegt basal. Die Spitzen der Zellen stoßen aber nicht im Centrum zusammen, sondern sie sind hier getrennt durch Zellen, welche ebenso wie die der äußeren Hälfte homogenen Inhalt besitzen, der sich mit Eosin rosa färbt. Besonders in den centralen Zellen ist die Färbung mehr gelblich oder gelbrot, und der Inhalt erscheint spröder. In den peripheren sind neben der homogenen Masse zuweilen auch Körner vorhanden.

Diese Verhältnisse treten noch klarer hervor bei der größten Form dieser kugligen Organe (Fig. 13), welche auch auf Schnitten durch die Haut des Bauches angetroffen wurden. Hier nehmen die körnigen Zellen zwei Drittel des Organs ein. Sie sind dadurch von denen der zuletzt besprochenen Organe verschieden, daß der Kern in einer basalen körnerfreien Zone liegt, und daß weiter zwischen sie die bindegewebige Hülle Forsätze sendet. Unter den Zellen des andern Drittels sind viele vorhanden, die auch körniges Sekret zeigen, aber die Körner sind weniger dicht gelagert und färben sich mit Eosin nicht so stark wie in den andern. Die übrigen haben vorwiegend eine homogene Masse im Innern. In den am meisten central liegenden, die in die Schicht der körnigen Drüsenzellen wie eingekeilt erscheinen, ist sie fester und lichtbrechender; die Zellen erscheinen wie spröde Schollen. Die Färbung ist intensiver. Zwischen den peripheren Zellen trifft man vereinzelt noch kleinere Kerne, welche ein Eindringen der bindegewebigen Hülle auch in diesen Teil anzeigen.

Von Blutgefäßen und Nerven habe ich in keinem einzigen von diesen Organen etwas gesehen.

Es liegt nahe, in diesen verschiedenen Formen Entwicklungsstadien der größten Art zu sehen. Diese Ansicht läßt sich natürlich an der Hand des geringen Materials, das ich untersuchen konnte, nicht widerlegen, aber gegen dieselbe spricht der Umstand, daß bei allen andern Fischen auf derartig alten Stadien alle Leuchtorgane bereits vorhanden und ausgebildet sind, und ein Zugrundegehen und Ersatz durch neu sich entwickelnde niemals beobachtet wurde. Ich möchte deshalb mehr der Ansicht zuneigen, daß wir es in allen Formen mit fertigen Organen zu tun haben. Wenn dieses richtig ist, drängt sich sofort die andere Frage auf, ob

es denn nicht sich hier zum Teil um Organe handelt, welche in Rückbildung begriffen sind. Diese Frage, die anfangs vielleicht etwas sonderbar erscheinen mag, hat deshalb einige Berechtigung, weil bei andern Fischen, z. B. *Cyclothone obscura*, zweifellos eine Rückbildung von Leuchtorganen stattgefunden hat, und wie später noch ausführlicher erläutert werden soll, auch noch andere Tatsachen hierfür sprechen und speziell für *Malacosteus* noch die Erscheinung hinzukommt, daß die sonst am stärksten entwickelten Organe, die sogenannten flaschenförmigen, hier auffallend klein sind.

Schon im systematischen Teil habe ich darauf hingewiesen, daß diese Organe am Rumpf äußerlich sich nur durch kleine ovale, unpigmentierte Flecke verraten, von ihnen selbst aber nichts zu sehen ist, und auch die Flecke so wenig hervortreten, daß ihre Zahl nicht festgestellt werden konnte und auch nicht, ob sie sich am ganzen Rumpf in zwei Längsreihen finden wie bei andern; es dürfte aber wohl wahrscheinlich sein. Ihre geringe Erkennbarkeit ist in ihrer geringen Größe begründet. Leider war die Konservierung, besonders der centralen Teile, nicht sehr befriedigend. Am besten war noch das orbitale Organ erhalten, dessen Bild zur Erläuterung für alle dienen kann (Fig. 17, *orb*). Aeußerlich zeigen sie nicht die typische Flaschenform, insofern als ein Halsteil von einem Bauchteil nicht durch eine Ringfurche abgetrennt ist, aber auf Grund ihres Baus schließen sie sich ganz den flaschenförmigen Organen anderer *Stomiatiden* an. Der Binnenkörper zeigt wieder drei Abschnitte, den proximal liegenden Drüsenkörper und den aus einem peripheren und centralen Teil bestehenden linsenförmigen Körper. Der erstere ist wie gewöhnlich bei dieser Familie gebaut. Der periphere Teil des letzteren ist durch bindegewebige Septen in parallel zur Längsachse des Organs gestellte Säulen gesondert, die Zellen sind lang, aber verhältnismäßig wenig zahlreich. Die Kerne liegen an der dem Gallertkörper anliegenden Wand, der Inhalt der Zellen erscheint homogen und färbt sich mit Eosin rosa. Der centrale Teil ist leider am schlechtesten erhalten, er scheint sehr umfangreich zu sein. Die homogene Masse in den Zellen zeigt einen gelbroten Ton. Der Reflektor und die andern Teile bieten zu besonderen Bemerkungen keinen Anlaß.

Das orbitale Organ, welches denselben Bau zeigt, liegt hinten am ventralen Augenrand, fast auf derselben Höhe wie der dorsale Rand des mächtigen suborbitalen Organs. Ohne daß man bereits von seiner Existenz etwas weiß, wird man es bei makroskopischer Betrachtung des Tieres kaum auffinden. Denn eine Vorwölbung der Haut, die sonst seine Lage verrät, fehlt fast ganz (Fig. 11). Nur ein kleiner unpigmentierter Fleck am Augenrande ist das einzige äußere Anzeichen. Es ist nur ein einfaches Organ vorhanden, das ebenfalls wie die Rumpforgane sehr schwach entwickelt ist (Fig. 17). Es liegt auf dem engen Raum zwischen der Cornea und dem suborbitalen Organ, von diesem durch eine dicke Pigmentschicht getrennt, während zwischen der ersteren und dem Organ das Gewebe pigmentfrei ist. Es ist gegen das Auge geöffnet, zeigt also die umgekehrte Lage wie alle übrigen, die ventrad gerichtet sind. Ein Reflektor fehlt.

Weit mehr als die soeben besprochenen Organe treten auf den Schnitten folgende hervor. Ich habe sie zwar nur am Kopf gefunden, doch mag, da ich ja nur kleine Stücke der Rumpfhaut näher untersuchen konnte, ihre Verbreitung eine größere sein. Sie schließen sich am engsten der größten Form der oben beschriebenen becherförmigen Organe an, doch zeigen sie eine sehr interessante Eigentümlichkeit, die ich sonst nicht gefunden habe. Sie sind becher-

förmig oder, da ihre Längsachse doppelt so groß ist als die Querachse, sackförmig. Sie liegen (Fig. 14) mit ihrer Längsachse parallel der Haut, so daß der Pigmentmantel auf der medialen Seite bedeutend stärker entwickelt ist als auf der lateralen. Die innere Hälfte des Sackes wird von den typisch gestalteten, radiär angeordneten Drüsenzellen eingenommen. Die andere äußere Hälfte bildet der linsenförmige Körper. Seine Zellen schließen eng an die Drüsenzellen an. An der pigmentfreien Wand des Organs sind sie länglich und zeigen auch eine radiäre Anordnung, gegen die Mitte des Organs zu werden die Zellen polyedrisch, sind zum Teil mit Fortsätzen versehen und ihr Inhalt besteht aus einer homogenen, scheinbar festen Masse, die sich auch intensiver rot färbt als die in den peripheren Zellen liegende. In einigen waren auch Vacuolen vorhanden. Zwischen die Zellen des linsenförmigen Körpers drängen sich überall Fortsätze der bindegewebigen Hülle, die ich im Drüsenkörper vermißt habe. Die meiste Beachtung verdienen aber die peripheren aus folgendem Grunde. Sie sind meistens länglich, schmal, in einer ziemlich regelmäßigen einfachen Schicht angeordnet und mit ihrer Längsachse senkrecht zur Haut gestellt. Außer der homogenen Masse findet sich noch in fast jeder Zelle ein länglicher, ungefärbter, aber stark lichtbrechender Körper. Seine Form ist cylindrisch oder keulenförmig, er ist dünn oder dick, aber stets länger als breit wie die Gestalt der Zelle und ist ebenso wie diese zur Oberfläche der Haut senkrecht gestellt (*st*). Ein Reflektor fehlt diesen Organen.

Aehnlich gebaute, nur etwas kleinere bilden einen Kranz um das Auge. Sie liegen dem Bulbus direkt an, auf der Grenze zwischen Cornea und Sclera (Fig. 11, 15—17), außen der Cornea dicht aufgelagert oder in ihr Gewebe sogar mit dem distalen Teil eingekeilt (Fig. 15). Ihr schmälerer, pigmentfreier Teil ist stets gegen die Cornea gerichtet. Manchmal ist der linsenförmige Körper sehr klein, aber stets finden sich in ihm die lichtbrechenden Stäbchen, die dieselbe Lage wie in den größeren Organen zeigen. Manchmal liegen sie nur in der peripheren Schicht, in andern Fällen sind sie in fast allen Zellen des dann allerdings nur wenig umfangreichen Linsenkörpers vorhanden. Das Licht dürfte in manchen Fällen die Linse des Auges treffen, in anderen (Fig. 16) aber nicht.

Endlich bleibt noch das größte Organ von *Malacosteus* zu besprechen; es ist das suborbitale (Fig. 11, *subo*) welches den größten Teil des ventralen Augenrandes umgreift. Am frischen Tier erscheint es tief karminrot (vgl. Fig. 1, Taf. IV des system. Teils). Die Oeffnung ist kommaförmig gestaltet, indem sie hinten breit abgerundet ist, nach vorn in einen langen, immer schmäler werdenden Zipfel ausläuft. Schnitte (Fig. 19) lehren, daß das Organ ein mächtiger Sack ist, der mit seiner Längsachse fast parallel zur Haut gelagert ist und sich fast bis zum postorbitalen Organ erstreckt. Auf der medialen Wand findet sich nahe der Mitte am Binnenkörper eine Einschnürung, welche ihn in zwei Teile, den distalen und proximalen scheidet. Im letzteren ist eine dicht gedrängte Drüsenzellenmasse vorhanden. Bei flüchtigem Anblick erscheint sie in eine Unmasse kleiner, bald länglicher bald rundlicher Partien gesondert. Bei näherer Betrachtung entwirrt sich das Bild in folgender Weise. Der ganze Binnenkörper ist von einer bindegewebigen Kapsel umschlossen. Dieser sind Drüsenzellen wie in einem regelmäßigen, einschichtigen Epithel angelagert, aber das Epithel ist nur auf kurze Strecken kontinuierlich, es ist vielmehr auf allen Seiten nach innen eingefaltet, und diese eingefalteten Partien erfüllen den proximalen Teil. Bald sind sie auf den Schnitten der Länge, bald der Quere nach getroffen und bieten dadurch

mannigfaltige Bilder. In diese Falten dringt nun auch die bindegewebige Hülle mit in den Binnenkörper ein, ebenso Blutgefäße und Nervenäste, die an verschiedenen Stellen den Pigmentmantel und Reflektor durchbrechen. Die Drüsenzellen zeigen die typische Struktur, sie sind mit groben Körnern erfüllt, die mit Eosin sich gelblich färben, und eine Wandzone, in der der Kern liegt, ist körnerfrei und nimmt mit Hämatoxylin einen tiefblauen Ton an. Eigentümlicherweise liegt diese basale Zone nicht, wie man erwarten sollte, den Septen der bindegewebigen Hülle auf, sondern ihr abgewandt. Manchmal sind in den Septen Lumina vorhanden, indessen erweisen sich diese bei weiterer Durchsicht der Schnitte stets als die Durchschnitte von Blutgefäßen (Fig. 20). Im distalen Teil ordnen sich die Falten oder Stränge regelmäßiger an (Fig. 19, 21), indem sie zueinander parallel, senkrecht zur Haut sich lagern. Sie reichen aber nicht ganz bis zur Peripherie, vielmehr findet sich hier eine ziemlich breite Zone, die einen ganz anderen Bau zeigt (*l*). Sie besteht aus polyedrischen, eng aneinander geschlossenen Zellen, die von einer rosa gefärbten homogenen Masse völlig erfüllt sind und nicht selten zwei Kerne besitzen. Kerne von Bindegewebszellen findet man selten zwischen ihnen. In der Grenzzone zeigen einige von diesen Zellen auch körniges Sekret, und da solche sich auch an den distalen Enden der Stränge der Drüsenzellen finden, so ist eine scharfe Grenze zwischen beiden Teilen nicht vorhanden, und die Umwandlung der einen Zellart in die andere nicht ausgeschlossen. Weiter sieht man in dieser Grenzzone zwischen den Strängen (Fig. 21) auch freie Sekretmassen. Die Frage, ob sie künstlich durch Druck frei geworden sind oder ob sie von den Zellen abgeschieden oder durch ihren natürlichen Zerfall frei geworden sind, vermag ich nicht zu entscheiden.

Außerdem ist ein sehr starker Reflektor vorhanden, der aus langen, dünnen Fasern (Fig. 20, *r*) mit langen schmalen Kernen besteht. Auf der medialen Seite des distalen Teils drängt er sich in Streifen auch zwischen die Drüsenstränge (Fig. 19) und teilt hier den Drüsenkörper in schmälere, scharf abgesonderte Portionen. Umgeben ist das ganze Organ dann noch von einem dünnen Pigmentmantel.

19. *Stomias Valdiviae* A. Br.

(Taf. XXIX, Fig. 1—21; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 43ff., Taf. III, Fig. 1, Textfig. 11—13.)

Ueber die Leuchtorgane von *Stomias* haben bereits Ussow (1879), Gatti (1903) und v. Lendenfeld (1905) Angaben gemacht. Die genauesten sind die von Gatti, aber auch sie sind nicht erschöpfend, beschränken sich im wesentlichen nur auf die Schilderung des Aufbaus im allgemeinen und heben die große Aehnlichkeit mit den Organen von *Chauliodus* hervor. Die orbitalen Organe und das postorbitale sind gar nicht beschrieben. v. Lendenfeld's Beschreibung und Abbildung (Fig. 51) der flaschenförmigen Organe hat, wie ich schon bei *Vinciguerria* hervorgehoben habe, für *Stomias* keine Gültigkeit, sondern für die genannte Gattung. Bei der Darstellung der verschiedenen Organe werde ich genauer auf die Angaben der Forscher eingehen.

Auch für diese Gattung will ich die Einteilung der Leuchtorgane in einfache und zusammengesetzte beibehalten.

Zu den einfachen sind zu rechnen 1. kleine unpigmentierte Organe und 2. pigmentierte von verschiedener Art und Form. Von den ersteren erwähnt Gatti (p. 54) nur ihre Lage auf

den Flossen und ihre Aehnlichkeit mit denen von *Chauliodus*, v. LENDENFELD (p. 194) hat sie zahlreich auf der Bauchseite und in den drei Endfäden der Barbel gefunden und beschreibt sie richtig als mehr minder sphärische Körper, die von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt sind und aus ziemlich großen, radiär angeordneten Zellen mit deutlichen Kernen bestehen. Sie finden sich am zahlreichsten im Corium des Bauches, das in ganz ähnlicher Weise wie bei *Chauliodus* gallertartig modifiziert ist und am lebenden wie konservierten Tier wie eine dicke Schleimhülle erscheint. In Fig. 6 und 4 habe ich diese Schicht dargestellt. Sie scheint von einem sehr feinmaschigen Faserwerk durchsetzt; außer den Organen sieht man vereinzelt noch Kerne, Blutgefäße und Nervenfasern. Sie liegen der Pigmentschicht der Haut außen auf. Sie wird wahrlich noch von der Epidermis überdeckt, die aber überall abgeschunden ist. Bei der Beurteilung des Bildes ist zu berücksichtigen, daß diese Schicht bei der Konservierung geschrumpft ist. Außerdem fand ich die Organe auf der Stirn, am Kinn und auf den Flossen, auf der sie in einer Längsreihe jederseits von einem Strahl liegen (Fig. 13). Am Bauch sind sie meist kuglig (Fig. 12), an den andern Stellen aber wechselt die Form (Fig. 13), länger als breit, kurz oder wurstartig. Der Bau ist stets derselbe. Nur wenige Zellen bilden das Organ (Fig. 12), ihre Kerne liegen dem Zentrum näher als der Peripherie. Die Zellgrenzen sind sehr undeutlich, da die vielen eng gelagerten groben Körner sie verdecken. Eine sehr dünne bindegewebige Kapsel umgibt jedes Organ.

Zu den pigmentierten einfachen Organen führen die Organe hinüber, welche in der Barbel gelegen sind. Bei allen *Stomias*-Arten geht die Barbel von der knorpligen Copula des Hyoids aus, verjüngt sich allmählich, schwillt nahe dem Ende aber wieder etwas an und läuft an der Spitze in drei Fäden aus (Fig. 14). Sie selbst wird durch keine Skeletteile gestützt. Ebenso dringen keine Muskeln wie bei *Idiacanthus* in sie ein. Die Bewegung der Barbel könnte nur durch An- und Abschwellen der Blutgefäße, die sie durchziehen, erfolgen. Querschnitte und Längsschnitte (Fig. 15 u. 21) zeigen folgenden Bau. Die Epidermis war fast ganz abgerieben. Im Corium finden sich zerstreut große Pigmentzellen (Fig. 14), auch in den Endfäden sind sie vorhanden, dagegen fehlt auf der Endanschwellung das Pigment bis auf ein dichteres dreieckiges Feld, das auf der ventralen Seite bei gewöhnlicher, nach hinten gerichteter Lage der Barbel, liegt. Im Innern derselben findet sich lockeres Bindegewebe, das von weiten Lacunen durchsetzt ist. Außerdem wird es von zahlreichen Blutgefäßen durchzogen, die besonders in der Endanschwellung und in den Endfäden sich stark verbreiten. Ferner dringen in die Barbel zwei Nervenäste des R. mandibularis trigemini ein und verzweigen sich in ihr sehr oft (Fig. 21, 15, *n*). Endlich kommen noch Drüsenzellenmassen in Betracht. In der Endanschwellung, von dem erwähnten dreieckigen Pigmentfleck (Fig. 14, 15, *p*) gedeckt liegt der größte Teil. Er ist etwa birnförmig gestaltet (Fig. 15, *dr*). Seine Wand wird von einer Schicht Drüsenzellen gebildet. Diese sind cylindrisch, außerordentlich schmal und lang, mit feinen Sekretkörnern, die sich mit Eosin rot färben, dicht erfüllt. Nur eine basale Zone, in der der Kern liegt, ist frei von Körnern und enthält eine mit Hämatoxylin blau sich färbende Masse, in der häufig Vacuolen erkennbar sind. Dieser Hauptteil setzt sich in den Barbelstiel auf seiner ventralen Seite noch eine sehr weite Strecke fort (Fig. 15, dr^1 u. Fig. 21, *dr*), doch wird der Durchmesser bedeutend geringer und in einiger Entfernung teilt sich dieser strangartige Teil in zwei (Fig. 21), die aber nur durch einen schmalen Zwischenraum voneinander getrennt sind und selbst an einzelnen Stellen

wieder in enge Verbindung treten. Anfangs sind die Zellen noch wie im Hauptteil in einer Schicht epithelartig angeordnet (Fig. 15), aber sehr bald treten Faltungen auf (schon in Fig. 15 ist eine solche Falte getroffen) und weiter proximad erscheint die Lagerung der Zellen völlig unregelmäßig (Fig. 21). Gleichzeitig verlieren sie mehr und mehr an Höhe, die cylindrische Form geht allmählich in eine polyedrische über und weiter verschwindet die basale, besonders differenzierte Zone (Fig. 18—20, die Zellen aus verschiedenen Abschnitten des stielartigen Teils der Barbel zeigen). In der birn- oder keulenförmigen Anschwellung sind, wie bereits erwähnt wurde, die Zellen regelmäßig in einer Schicht angeordnet, mit ihren distalen Enden stoßen sie nicht zusammen, sondern hier bleibt ein großer Raum von Drüsenzellen frei. Dieser ist aber nun nicht etwa ein Hohlraum, sondern er ist ganz von Bindegewebe, in dem reichlich Blutgefäße und Nervenäste vorhanden sind, ausgefüllt (Fig. 15). Aehnliches findet man ja auch in anderen Organen, z. B. den flaschenförmigen anderer *Stomiatiden* und wird wohl in der Weise zu erklären sein, daß früher die Drüse einen centralen Hohlraum gehabt hat, dann aber die bindegewebige Hülle, welche die Drüse umschließt, zwischen die Zellen eingedrungen und allmählich den Hohlraum verdrängt hat. Dem Bindegewebe sind dann Blutgefäße und Nerven gefolgt. Auffallend ist, daß die Drüsenzellen dabei ihre regelmäßige Anordnung beibehalten haben.

Außer dieser Drüsenmasse, die ein Ganzes bildet, finden sich nun noch in den Endfäden zahlreiche, verschieden große, kuglige oder mehr ellipsoidische Haufen von Drüsenzellen (Fig. 15, dr^2). Sie sind voneinander ganz isoliert und liegen ganz im Corium. v. Lendenfeld hat sie offenbar auch gesehen, sie aber für die oben beschriebenen kleinen unpigmentierten Organe gehalten. Diesen sind sie nicht gleichartig, denn die Zellen gleichen ganz denen, die im stielartigen Teil der Barbel liegen. Die Gruppen sind von einer bindegewebigen Kapsel umschlossen. Sie erscheinen jetzt selbständig, aber ich möchte annehmen, daß sie einst vereinigt gewesen sind, vielleicht einen Teil der großen Drüse in der Endanschwellung gebildet haben, dann aber abgetrennt sind.

In Bezug auf die Nerven möchte ich noch folgendes bemerken. Wie schon erwähnt wurde, dringen zwei Aeste in die Barbel ein. Bald nach dem Eintritt geben sie Zweige ab. Einige durchsetzen auch die birnförmige Drüse (Fig. 15) vollständig und ziehen dann in der Barbel weiter; auch in den Endfäden sind stärkere Aeste vorhanden. Es ist mir sehr unwahrscheinlich, daß sie etwas mit der Innervierung der Drüsenzellen zu tun haben, ich möchte sie viel eher für Tastnerven der Barbel halten.

v. Lendenfeld hat bei *Stomias hexagonatus* das Barbelorgan untersucht. Nach ihm soll die Drüse einen ähnlichen Bau haben wie der Drüsenkörper eines flaschenförmigen Organs von *Chauliodus*. Die Zellen seien radiär angeordnet, und auf einer Seite dringt ein schmaler bindegewebiger Strang bis in den nur kleinen centralen Raum vor. Es ist möglich, daß bei dieser Art die Verhältnisse verschieden sind, es ist mir aber mehr wahrscheinlich, daß die Angaben nicht genau sind und die eine Fig. 50, die er gibt, schematisiert ist. Von der großen Ausdehnung der Drüse bis weit in den Barbelstiel und ihrer ganzen Gestalt erwähnt er nichts.

Zu der Gruppe der einfachen pigmentierten Organe gehört ferner das postorbitale. Während bei den meisten *Stomiatiden* dieses Organ, das etwas hinter dem Auge und etwas tiefer gelegen ist, eine hohe Ausbildung, besonders durch seine Drehbarkeit zeigt, erscheint es

bei *Stomias* auffallend niedrig entwickelt, ja bei einigen Arten konnte es, wie im systematischen Teil beschrieben wurde, nicht einmal sicher nachgewiesen werden. Bei *St. Valdiviae* (Fig. 10, *po*) hat der Binnenkörper denselben Bau wie der anderer postorbitaler Organe. Auch Nervenäste dringen in ihn ein. Der Pigmentmantel läßt nur die der Epidermis zugewandte Seite frei. Es fehlt aber ein Reflektor und es fehlt auch ein Muskel. Das Organ liegt direkt der Epidermis an, während die drehbaren von ihr etwas entfernt sind. Diese im Vergleich mit den andern *Stomiatiden* auffallend geringe Entwicklung und die verschieden starke Ausbildung bei den verschiedenen Arten läßt die Vermutung nicht unbegründet erscheinen, daß es in der Gattung *Stomias* in der Rückbildung sich befindet. Auf keinen Fall kann die Bedeutung eine so große sein wie bei den anderen Gattungen.

Endlich kommen bei *Stomias* noch kleine einfache pigmentierte Organe vor, die am konservierten Tier als schwarzgeränderte Pünktchen erscheinen. Sie finden sich an den Seiten des Rumpfes, am Kopf, in der Mundhöhle auf den Kiefern. Sie liegen einzeln zerstreut oder wie z. B. am Rumpf in Gruppen. Wie die Schnitte lehren, ist ihre Form selten kuglig, in der Regel sind sie länger als breit, kegelförmig (Fig. 3) oder wurstförmig (Fig. 4), mit der Längsachse senkrecht zur Oberfläche der Haut gestellt (Fig. 3) oder ihr fast parallel gelagert, wobei meist der aus dem Pigmentmantel vorragende Teil des Binnenkörpers etwas gegen die Oberfläche gebogen ist. Der letztere besteht aus Drüsenzellen, die ein regelmäßiges Wandepithel bilden. In der Regel stoßen die Wände im Innern eng aufeinander, so daß kein centraler Hohlraum vorhanden ist (Fig. 3), in andern Fällen, besonders bei den wurstförmigen Organen ist ein schmaler Spalt (Fig. 4) sichtbar. Ob er aber nicht ein Kunstprodukt ist, muß dahin gestellt sein bleiben. Die Drüsenzellen sind cylindrisch oder kegelförmig. Soweit sie vom Pigmentmantel umschlossen sind, haben sie eine blau sich färbende basale Zone, dagegen in den peripheren fehlt sie, und weiter liegen in diesen die Sekretkörner nicht so dicht und sind kleiner. Es ist möglich, daß dieser Unterschied schon eine Differenzierung des Binnenkörpers in zwei Teile aufweist, aber, da nicht alle Organe ihn gleichmäßig zeigten, so mag er vielleicht auch durch die Konservierung verursacht sein. Eine bindegewebige Kapsel ist vorhanden, ein Reflektor fehlt aber.

Dort, wo das Corium gallertartig modifiziert und sehr breit ist, liegen diese Organe an seiner Basis, also sehr tief in der Haut (Fig. 4), an den andern Stellen liegen sie direkt unter der Epidermis und wölben sie etwas vor. In der Regel war sie, wie in Fig. 3 und 4 abgerieben.

II. Zusammengesetzte Organe.

Allen ist gemeinsam, daß der Binnenkörper aus mindestens zwei verschiedenen Arten von Zellen zusammengesetzt ist, daß stets ein Pigmentmantel und eine bindegewebige Hülle vorhanden ist, und alle im Corium liegen. Ein Reflektor und Gallertkörper kann vorhanden sein, die Form ist entweder becher- oder flaschenförmig. Auf Grund dieser Verschiedenheiten kann man sie einteilen in becherförmige Organe ohne Reflektor und Gallertkörper und in flaschenförmige mit Reflektor und Gallertkörper. Nach der Größe kann man die ersteren weiter sondern in kleinere und größere. v. Lendenfeld hat nur diese becherförmigen untersucht und beschränkt sich nur auf die Hervorhebung der Aehnlichkeit mit den gleichgeformten von *Chauliodus*. Gatti hat die becherförmigen und flaschenförmigen Organe untersucht. Er

beschreibt kurz und im Wesentlichen richtig ihren Aufbau, im Einzelnen ist seine Darstellung aber noch sehr zu ergänzen.

Die kleineren becherförmigen (Fig. 5) finden sich am Rumpf in bestimmter Anordnung, die im systematischen Teil bereits genauer geschildert ist, zwischen und neben den flaschenförmigen Organen, die zwei Längsreihen bilden, ferner am Isthmus, auf der Branchiostegalmembran dorsal von den flaschenförmigen und am Dach der Mundhöhle. Ihr Binnenkörper ist zum größten Teil vom Pigmentmantel umschlossen, ein anderer, distaler Teil, ragt frei über seine Ränder noch hinaus. Der erstere, proximale besteht aus Drüsenzellen mit der charakteristischen Sonderung ihres Inhalts (*dr*), der distale besitzt Zellen (*dr*^{1}), die auch Sekretkörner haben, die aber weniger dicht liegen und kleiner sind als in den proximalen, und denen die basale körnerfreie Zone fehlt. Dadurch erscheinen sie heller. Sie bilden eine kompakte Masse ohne regelmäßige Anordnung. Vereinzelt, besonders in den tieferen Schichten, trifft man unter ihnen auch solche, die größere Sekretballen besitzen, die eine gelb-rötliche Färbung zeigen, während die kleinen Körner rosa gefärbt sind. Zwischen dem proximalen und distalen liegen im Centrum einige wenige große eiförmige Zellen, welche ganz mit einer homogenen, stark lichtbrechenden Masse ausgefüllt sind, und deren glatter Kern an die Wand gedrückt ist. Die Masse färbt sich mit Eosin gelb-rötlich, sie ist sehr spröde, denn sie springt beim Schneiden oft vor dem Messer heraus. Zwischen die distalen Zellen dringt die bindegewebige Hülle ein, dagegen habe ich zwischen den centralen und proximalen ihre schmalen Kerne nicht getroffen.

Die größeren becherförmigen Organe (Fig. 8) sind kuglig, während die kleineren meist etwas gestreckter, eiförmig sind. Sie liegen ebenfalls am Rumpf in bestimmter Anordnung zwischen den Organen der Längsreihen, dann am Kopf zerstreut, an der Hinterwand des Bulbus, sie bilden einen Kranz um das Auge, und auch die orbitale Gruppe, auf die ich unten noch näher eingehe, wird zum Teil von ihnen gebildet. Der Aufbau ist im Prinzip derselbe wie bei den kleineren. Die drei Teile des Binnenkörpers liegen folgendermaßen zueinander. Die proximalen Drüsenzellen (*dr*) bilden eine Halbkugel, deren Inneres etwas ausgehöhlt ist. In sie ist eingebettet die konvex-konkav gestaltete Schicht der centralen Zellen (*l*) und der noch freigebliebene Raum des kugligen Binnenkörpers wird von dem bikonvexen distalen Teil (*dr*^{1}) ausgefüllt. Die centralen Zellen sind großen Schollen ähnlich, von meist sichelförmiger Gestalt und etwa wie die Blätter einer Zwiebel umeinander geordnet. Die distalen Zellen haben zum Teil eine regelmäßige radiäre Anordnung. Die in der Mitte an der Peripherie liegenden Zellen sind die kleinsten; mit ihrer größeren Entfernung von derselben werden sie länger. Der histologische Charakter der Zellen der drei Teile ist sonst derselbe wie bei den kleinen becherförmigen Organen. Hier dringt aber die bindegewebige Hülle auch zwischen die centralen Zellen.

Die pigmentfreie Seite ist bei allen von einer uhrglasförmigen Membran und außerdem von der Epidermis bedeckt. In der ersteren habe ich manchmal Kerne gefunden, manchmal nicht; sie geht direkt von den Rändern des Pigmentmantels aus und scheint nichts mit der bindegewebigen Kapsel des Organs zu tun zu haben.

Blutgefäße und Nerven habe ich niemals in diese Organe eindringen sehen.

Die flaschenförmigen Organe sind abgesehen vom postorbitalen und dem Barbelorgan die größten. Sie bilden am Rumpf jederseits zwei Längsreihen, weiter finden sie sich auf der Branchiostegalmembran, zwei auf dem Kiemendeckel (die opercularen) und zwei in der orbitalen Gruppe.

Die Flaschenform, die durch die Gestalt des Pigmentmantels bestimmt wird, ist in den meisten Fällen, insofern unregelmäßig ausgebildet, als die mediale Wand des Halsteils länger ist als die laterale, seine Ränder also schräg abgeschnitten sind. Es ist stärker der Fall bei den lateral am Körper gelegenen Organen (Fig. 7) als bei den ventralen (Fig. 6), am stärksten bei den Branchiostegalorganen. Im Bauchteil besteht der Binnenkörper aus radiär angeordneten Drüsenzellen (*dr*), die denselben Bau zeigen wie bei andern *Stomiatiden*. Ein centrales Lumen ist nicht vorhanden, vielmehr wird ein kleiner Raum, der von den Spitzen der Drüsenzellen zum größten Teil umgrenzt wird, von Bindegewebe erfüllt, das durch Fortsätze, die zwischen den Drüsenzellen liegen, mit der bindegewebigen Hülle zusammenhängt. Außerdem findet man zuweilen (Fig. 6) Blutgefäße in diesem Centrum. In diesen Bauchteil ist der größere birnförmig gestaltete Halsteil des Binnenkörpers (*l*) eingekeilt. In der Hauptmasse besteht dieser aus polyedrischen Zellen, die einen kompakten Körper bilden. Sie haben feinkörniges Sekret, das sich mit Eosin schwach rot färbt, und in der Regel liegt einer Wand eine Schicht einer homogenen Masse an, die rötlichgelb aussieht. In dieser oder ihr nahe liegt der Kern; in den peripheren Zellen liegt er auch central. In den Schichten, die direkt an die Drüsenzellen des Bauchteils angrenzen, sind die Zellen ähnlich schmal wie diese und auch radiär gestellt.

Gatti's Angaben lauten im Wesentlichen übereinstimmend, auffallenderweise hat er aber das Folgende nicht erkannt. Der beschriebene Hauptteil des Halsteils ist nämlich noch entweder von einer Kappe von andern Zellen überdeckt (Fig. 7) oder nur von einem Reifen umspannt (Fig. 6), und zwar sind merkwürdigerweise diese Zellen wieder Drüsenzellen derselben Art, welche den Bauchteil zusammensetzen (*dr*'). Eine gleichmäßige Kappe fand ich besonders bei den Rumpforganen der lateralen Reihe und einigen Isthmusorganen, die andere Anordnung vorzugsweise bei den Organen der ventralen Reihe. Der Reflektor und Gallertkörper zeigen das gewöhnliche Bild. Die Organe liegen am Rumpf unter der dünnen Schuppe (*s*) und an den Stellen, wo das Corium gallertartig modifiziert ist, unter dieser, und dann sind sie ferner natürlich noch von der Epidermis bedeckt. Die bindegewebige Hülle dringt auch zwischen die Zellen des Halsteils ein. Von Nerven, die zum Organ in eine engere Beziehung treten, habe ich nichts gesehen.

Von den zusammengesetzten Organen sind einige noch besonders zu besprechen, nämlich das dorsale operculare, die an der Hinterwand des Auges gelegenen und die orbitalen Organe.

Am Vorderrande des Präoperculums liegen zwei flaschenförmige Organe übereinander. Das ventrale bietet nichts Abweichendes, es verhält sich so wie ein Organ der lateralen Reihe des Rumpfes. Das dorsale dagegen ist dadurch verschieden, daß es nicht wie jenes nach außen sein Licht wirft, sondern vielmehr rostrad in das Gewebe des Kiemendeckels. Ein Entweichen des Lichtes nach außen ist ganz unmöglich, weil auf der lateralen Seite die Pigmentschicht der Haut keine Lücke zeigt.

Sehr sonderbar ist die Lage einiger Organe am Auge. Dieses ist ringsum von einer tiefen Falte der Haut umgeben, sie ist besonders stark auf der ventralen Seite entwickelt. Geht man vom innern Winkel dieser Falte noch eine Strecke an der hinteren Bulbuswand mediad vor, so stößt man auf eine größere Zahl von zusammengesetzten becherförmigen Organen (Fig. 9, 11, o^2), welche von der Außenwelt ganz abgeschlossen und von der Haut weit entfernt liegen. Sie senden ihr Licht vom Auge fort in das Innere des Kopfes. Ihre Ausbildung zeigt keine Unterschiede von den becherförmigen, die in der Haut liegen.

Die beiden Formen der zusammengesetzten Organe treten uns vereinigt in der orbitalen Gruppe entgegen. Sie wird nämlich von zwei flaschenförmigen und vier becherförmigen gebildet. Aeußerlich ist von ihnen nichts zu sehen, nur ein schwarzer Fleck (Fig. 9, *lp*), der dem gewöhnlichen Hautpigment zugehört, hier nur verstärkt ist, und am ventralen Augenrand liegt, deutet eine Stelle an, an der die orbitalen Organe liegen, und bei schärferem Zusehen erkennt man noch, daß diese Stelle ein wenig nach außen vorgewölbt ist.

Die Fig. 9—11, welche einen Sagittalschnitt durch den Kopf (Fig. 10), welcher den äußerlich sichtbaren schwarzen Fleck fortgenommen hat, und zwei Querschnitte durch den Kopf (Fig. 9, 11) darstellen, werden am besten die Verhältnisse erläutern. Ich bemerke noch, daß die Figuren durch Aufeinanderzeichnen mehrerer Schnitte kombiniert sind; sonst wäre die Zahl der Figuren zu groß geworden, und die Uebersicht verloren gegangen.

Die zwei flaschenförmigen Organe sind zu einem Doppelorgan wie bei *Chauliodus*, *Idiacanthus* vereinigt (Fig. 10), das eine, ventral liegende, ist viel kleiner als das dorsale. Sie liegen mit ihrer Längsachse nicht ganz rechtwinklig zueinander. Der Halsteil des ventralen ist etwas ventrad abgebogen. Weiter liegen beide nicht in derselben Ebene, sondern das kleine etwas mehr mediad, ist also, von außen betrachtet, etwas hinter das dorsale geschoben. Der Bau bietet zu wenigen Bemerkungen Anlaß. Beim ventralen ist der distale Hauptteil von einer geschlossenen Kappe von Drüsenzellen bedeckt, beim dorsalen bleibt die Mitte frei. Ein Reflektor ist am dorsalen Organ wie gewöhnlich vorhanden, dagegen beim ventralen hat er eine andere Lage erhalten. Nämlich an der caudalen Wand des Pigmentmantels, der für beide Organe gemeinsam ist (Fig. 10), erstreckt sich ein Reflektor, der auch für das Licht des ventralen Organs in Betracht kommt. Wie bei andern orbitalen Doppelorganen ist das dorsale gegen des Auge (Fig. 9) und das ventrale nach außen caudad geöffnet. Dem Binnenkörper des letzteren ist ein Gallertkörper vorgelagert. Vor dem dorsalen ist das vorliegende Gewebe zwar auch durchsichtig, aber es zeigt eine etwas andere Struktur. Zunächst sitzt ihm eine Kappe von dichterem Bindegewebe auf (Fig. 9), dessen Fasern vorwiegend senkrecht zur Oberfläche gestellt sind. Zwischen ihr und der Hautfalte, die das Auge umgibt, liegt noch eine Schicht lockeren Gewebes. Im ganzen sind diese Teile nicht so scharf begrenzt wie der Gallertkörper des ventralen Organs.

Gleich hinter der genannten caudalen Pigmentwand dieses Doppelorgans liegen vier becherförmige Organe. Sie sind zu zwei Paaren angeordnet. In jedem liegt das eine etwas mehr dorsal vom andern (Fig. 11). Das zweite Organ liegt ferner etwas mediad vom ersten, das dritte wieder mediad vom zweiten, und ebenso das vierte vom dritten, und ferner liegt die ganze Reihe nicht, wie es in der Fig. 11 dargestellt ist, in derselben Transversalebene des Kopfes, sondern sie ist etwas schräg von vorn nach hinten gestellt. Die Organe liegen aneinander, der Pigmentmantel ist an den Berührungsstellen der Binnenkörper nicht entwickelt. Es erscheint fast, als ob ein gemeinsamer für alle Organe vorhanden wäre, der nur an den Grenzen zwischen sie etwas eindringt. Die vier sind alle derart gestellt, daß ihr Licht (Fig. 11) ebenso wie das des Doppelorgans noch in die vordere Augenkammer und auf die Linse fallen muß. Alle andern Organe, die am Auge sich sonst noch finden, besonders die den Augenkranz bilden, werfen das Licht nach außen.

20. *Melanostomias melanops* A. Br. und 21. *Macrostomias longibarbatus* A. Br.

(Taf. XXVIII, Fig. 23—27; Taf. XXIX, Fig. 22, 23; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane bei beiden Gattungen vgl. Syst. Teil p. 53, Taf. III, Fig. 4—5, Textfig. 15 und p. 52, Taf. III, Fig. 2.)

Von *Stomiatiden* habe ich weiter noch die Leuchtorgane von *Melanostomias melanops* und *Macrostomias longibarbatus* untersucht, allerdings war es mir, da von der ersteren Art nur ein Exemplar und von der letzteren zwar zwei, aber nur ein befriedigend konserviertes vorhanden war, nur möglich, kleine Stücke zu schneiden. Ich kann daher ein vollständiges Bild nicht geben. Die Schnitte zeigten, daß der Bau der Organe nur in Einzelheiten von dem anderer *Stomiatiden* sich unterscheidet.

Bei beiden Gattungen finden sich die kleinen unpigmentierten Organe von kugliger oder mehr länglicher Form, wie sie die Fig. 12 und 13, Taf. XXIX von *Stomias* darstellen. Bei *Macrostomias* lagen sie am Bauch wieder am Grunde der gallertartig modifizierten Haut. Ebenso sind zwei postorbitale Organe vorhanden. Bei *Macrostomias* ist es, wie die Schnitte lehrten, wie bei *Stomias* gebaut, es ist aber nach der ventralen Seite durch einen Muskel abdrehbar. Bei *Melanostomias*, wo es viel größer ist, habe ich es nicht untersucht, aber am lebenden Tier wurde beobachtet, wie ein allerdings nur schwaches Licht aus dem Organ kam, verschwand und dann wiederkehrte, so daß auch hier es nicht zweifelhaft sein kann, daß es abgedreht werden kann. Die Fig. 5, Taf. III des system. Teils zeigt es abgedreht.

Von zusammengesetzten Organen waren becher- und flaschenförmige vorhanden. Die ersteren fanden sich bei *Melanostomias* in drei verschiedenen Größen. Die kleinsten sind kuglig, die andern beiden, welche in Bezug auf ihre Größe etwa den in Fig. 5 und 8 auf Taf. XXIX von *Stomias* abgebildeten entsprechen, sind mehr eiförmig. Alle besitzen zwei Zellarten, die typischen Drüsenzellen und die den distalen Teil bildenden Linsenzellen. Die ersteren sind radiär angeordnet und nehmen den größten Teil des Binnenraums des Pigmentbechers ein. Der linsenförmige Körper ist bikonvex. Der Inhalt seiner Zellen besteht aus einer homogenen spröden Masse. Sie sind an der Peripherie kegelförmig und senkrecht zur Oberfläche gestellt, in der Tiefe dagegen spindelförmig und in Schichten gelagert. Bei den kleinsten Organen, die nur aus wenigen Zellen bestehen, übertrifft an Größe der linsenförmige den Drüsenkörper. Bei *Macrostomias* habe ich die letzte, kleinste Form auf den von mir untersuchten Hautstücken, die der Bauchfläche zwischen der Brust- und Bauchflosse entnommen waren, nicht gefunden, sondern nur zwei größere Sorten. Von ihnen waren die kleineren sehr lang gestreckt und lagen fast parallel zur Oberfläche, die größeren standen mit ihrer Längsachse zu ihr senkrecht. Auch hier waren nur die beiden Zellarten (Taf. XXVIII, Fig. 27, *o*[1]) vorhanden. Der linsenförmige Körper hatte bei der ersteren kegelförmige, bei den größeren bikonvexe Gestalt.

Die flaschenförmigen Organe gleichen bei *Melanostomias* am meisten denen von *Chauliodus;* nur ist der periphere Teil des linsenförmigen Körpers umfangreicher und der centrale plankonvex, und seine Zellen sind kleiner. Beide Teile sind voneinander durch eine horizontale bindegewebige Scheidewand, die mit der den ganzen Binnenkörper umgebenden bindegewebigen Hülle im Zusammenhang steht, in der Mitte scharf geschieden, an den Seiten aber ist die Grenze weniger deutlich, indem jenes Septum fehlt oder wenigstens nicht so regelmäßig ausgebildet ist, und auch die Zellen beider Teile hier ihre histologischen Charaktere nicht so scharf ausgeprägt zeigen.

Bei *Macrostomias* (Taf. XXVIII, Fig. 27) ist der Bau dieser Organe insofern von Interesse, als hier ein centraler Teil des linsenförmigen Körpers, dessen Zellen einen homogenen, stark lichtbrechenden Inhalt besitzen, völlig fehlt. Der distale Teil des Binnenkörpers besitzt nur eine und dieselbe Zellart. Sie sind lang, spindelförmig und zueinander und zur Längsachse des Organs parallel angeordnet. Die Erhaltung ist keine besonders gute, aber es scheint, als ob sie dieselbe Struktur besitzen wie die Drüsenzellen des proximalen Teils. Der Inhalt der Zelle besteht zum größten Teil aus Sekretkörnern, die sich mit Eosin rot färben, und an der einen Seite, die hier der Epidermis zunächst gelagert ist, ist eine schmale körnerfreie Zone vorhanden, die sich mit Hämatoxylin blau färbt. Durch Septen der bindegewebigen Hülle sind die Zellen in unregelmäßige, säulenartige Gruppen gesondert. Dieser distale Teil ist etwas umfangreicher als der proximale. Beide sind durch eine horizontale bindegewebige Scheidewand scharf geschieden. In der Mitte des Binnenkörpers liegt ein kleiner Raum, der ebenfalls vom Bindegewebe ausgefüllt ist, das durch Fortsätze, die zwischen den Drüsenzellen nach außen ziehen, mit der bindegewebigen Hülle in Verbindung steht. Ueber Blutgefäße und Innervierung gilt dasselbe, was für die anderen *Stomiatiden* gesagt wurde.

Von *Macrostomias* konnte ich auch die orbitalen Organe und die eigentümlich keulenförmig gestalteten Enden der Strahlen der Bauchflosse untersuchen. Beim Herausschneiden des Auges fallen einem sofort eine große Zahl von Leuchtorganen auf, die an der Hinterwand des Bulbus sitzen (Taf. XXVIII, Fig. 24). In der rostralen Hälfte waren sie häufiger, der größte Teil der Hinterwand war aber von ihnen frei. Sie sind mit ihrer Oeffnung von der Bulbuswand fort gerichtet, das Licht kann also nicht nach außen, sondern nur in den Kopf entweichen. Wie bei andern *Stomiatiden* gehören diese Organe der größeren Form des becherförmigen Typus an.

Das Auge ist durch eine Einfaltung der Haut von einer grabenartigen Vertiefung, die auf der ventralen Seite am tiefsten ist, umgrenzt (Fig. 25, 27, *auf*). Ihr ventraler äußerer Rand wölbt sich etwas wulstartig vor das Auge. Auf diesem Wulst liegt eine Reihe von ähnlichen, becherförmigen Organen, die nach außen gerichtet sind (Fig. 25). Etwa in seiner Mitte wölbt er sich in einer auch ventrad sich etwas ausdehnenden Partie stärker nach außen vor. Diese Stelle (*orb*) ist tiefschwarz pigmentiert, läßt aber makroskopisch sonst nichts erkennen. Hier liegen die orbitalen Organe. Etwas caudad schließt sich das drehbare postorbitale Organ (*po*) an.

Da ich nur bei einem Exemplar die Organe der einen Seite untersuchen konnte, so habe ich Sagittalschnitte (durch den Kopf) gewählt, weil sie am besten über die Verhältnisse orientieren. Die Fig. 27 auf der Taf. XXVIII ist aus mehreren solchen Schnitten kombiniert. Sie läßt sofort die große Aehnlichkeit der Verhältnisse mit denen von *Stomias* erkennen, und es genügt deshalb nur das Wichtigste hervorzuheben. Die orbitale Gruppe wird von zwei flaschenförmigen und von 5—6 becherförmigen Organen gebildet. Die ersteren sind wieder zu einem Doppelorgan in ganz ähnlicher Weise wie bei *Stomias* verbunden; auch ein Reflektor ist vorhanden. Die andern sind über- und hintereinander gelagert. Fünf (*o*) von ihnen sind sicher gegen das Auge gerichtet. Ueber das sechste, das am meisten ventral liegt und am kleinsten ist, bin ich nicht ganz klar geworden. Es scheint, als ob es ganz, auf allen Seiten, vom Pigmentmantel umschlossen wäre. Es würde dann bedeutungslos sein. Ventral von diesem liegen andere (o^1), die aber ihr Licht wie das ventrale des Doppelorgans ventrad-caudad senden. Weiter caudad zeigt die Figur noch einen Teil des postorbitalen Organs (*po*).

Auch die keulenförmigen Anschwellungen der Enden der isolierten Bauchflossenstrahlen (Taf. XXVIII, Fig. 23) müssen ihre Besprechung bei den Leuchtorganen finden. Denn wie Längsschnitte lehren (Fig. 26) liegen in ihnen eine große Zahl von kleinen Gruppen von Drüsenzellen, die ganz denselben Bau zeigen wie die für die Leuchtorgane charakteristischen Drüsenzellen. Sie sind kegelförmig, mit Sekretkörnern erfüllt, und der Kern liegt in oder an der Grenze einer basalen, körnerfreien, blau sich färbenden Schicht.

Dagegen sind die eigentümlichen kugligen, schwarzpigmentierten Organe, die sich bei den *Melanostomias*-Arten (vgl. system. Teil Taf. III, Fig. 4, 6; Taf. XXIX, Fig. 22) auf Strahlen der Bauchflossen finden, nicht als Leuchtorgane zu bewerten. Die Schnitte geben das Bild einer bindegewebigen Wucherung (Taf. XXIX, Fig. 23), in der zahlreiche Blutgefäße (*bl*) vorhanden sind, und die unter der Epidermis eine breite, aber sehr lockere Schicht von Pigment (*p*) besitzt. Irgendwelche Drüsenzellen oder andere Differenzierungen, die vermuten ließen, daß es Leuchtorgane sind, fehlen. Am Grunde liegen zwar einige pigmentlose kuglige Zellgruppen (*o*), die zu den Leuchtorganen wahrscheinlich gezählt werden müssen, aber sie finden sich auch außerhalb auf der Flosse. Ich kann sie nur als Hautwucherungen beurteilen. Sie erscheinen wie gallenartige Bildungen. Sie finden sich zwar auf beiden Flossen, aber nicht genau an denselben Stellen, deshalb liegt die Vermutung nahe, daß sie durch Parasiten veranlaßt sind.

III. Familie: *Scopelidae.*

22. *Myctophum* Rafin.

(Taf. XXX, Fig. 1—27; Taf. XXXI, Fig. 1—12; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 150ff.)

Da die Gattung *Myctophum* im Mittelmeer durch eine größere Zahl von Arten vertreten ist und verschiedene Arten leicht zu erlangen sind, so sind ihre Organe am häufigsten Gegenstand der Untersuchung gewesen. Leydig (1881), Ussow (1879), Emery (1889) und Gatti (1903) haben Mittelmeerarten studiert, und erst von v. Lendenfeld (1905) ist auch eine Art aus dem Stillen Ocean, *M. aurolaternatum* Garm., untersucht. Da bei dieser Gattung die morphologische Bewertung der Organe unter allen bisher untersuchten Fischen entschieden die größten Schwierigkeiten bereitet, so ist es begreiflich, daß nicht nur die Auffassung der Organe bei den Autoren verschieden ist, sondern auch die Beurteilung der Leuchtorgane überhaupt durch sie stark beeinflußt und entschieden erschwert ist. Obwohl ich ein sehr großes Material untersucht habe, das sicher besser erhalten war als das von den meisten anderen untersuchte, wäre auch ich nicht über den morphologischen Wert der Organe, besonders des Leuchtkörpers ganz klar geworden, wenn ich nicht noch die ihr verwandte Gattung *Neoscopelus* zur Verfügung gehabt hätte.

Von den früheren Untersuchungen verdient diejenige Leydig's fraglos die größte Bewunderung, weil er mit einer sehr einfachen Technik den Bau der Organe in den Hauptpunkten bereits richtig erkannt hat und noch dazu an einem Material, das nicht mehr frisch und jedenfalls nicht gut konserviert war. Daß manche Einzelheiten nicht richtig dargestellt sind, ist begreiflich, kann aber die Bewunderung der Arbeit nicht vermindern.

Emery und Gatti haben mit modernen Mitteln die Organe untersucht und auch ihre

Entwicklung aufgeklärt. Besonders des letzteren Arbeit ist sehr eingehend, berücksichtigt fast alle Arten von Organen, die bei mehreren Mittelmeerformen vorkommen, und seine Resultate sind fast durchweg richtig. In einzelnen Punkten weiche ich zwar von ihm ab, aber in der Hauptsache ist die folgende Darstellung nur eine Bestätigung seiner Ergebnisse. Ich hebe dieses hier besonders hervor, weil ich im folgenden die früheren Autoren meist nur dann erwähne, wann ich zu einem andern Resultat gekommen bin.

Dagegen stehen die Untersuchungen Ussow's und von Lendenfeld's, von denen die letztere 1905 mit moderner Technik gemacht ist, hinter denen der vorher genannten Forscher weit zurück. Bei Ussow ist eine Verwechslung der Figuren eingetreten. Seine Fig. 9 auf. Taf. II, welche ein Organ von *Astronesthes* darstellen soll, ist wahrscheinlich auf einen *Myctophiden* zu beziehen, dagegen stellt die Fig. 13 auf Taf. III seiner Arbeit sicher nicht, wie angegeben wird, das Organ eines solchen dar.

Ich habe die Leuchtorgane von *M. Benoiti*, *Benoiti Reinhardti*, *affine*, *punctatum*, *Coccoi*, *Andreae*, *Humboldti*, *Valdiviae* aus der Untergattung *Myctophum*, *M. luminosum* aus der Untergattung *Lampadena*, *M. coeruleum*, *splendidum*, *Lütkeni*, *fulgens*, *elucens*, *lacerta* aus der Untergattung *Diaphus* und *M. macropterum*, *alatum*, *Warmingi*, *longipes* aus der Untergattung *Lampanyctus* untersucht. Bei makroskopischer Betrachtung bieten die Leuchtorgane, wie schon im systematischen Teil geschildert wurde, ein außerordentlich mannigfaltiges Bild. Sie sind rund, nierenförmig, tütenförmig, oblong, plattenförmig, und noch andere Formen sind vorhanden. Ebenso wechselt die Größe, die Lage und ihr Aussehen. Man sollte deshalb erwarten, daß auch der innere Bau eine ähnliche Mannigfaltigkeit zeigen würde. Das ist nicht der Fall. Wie schon Gatti hervorhebt, ist der Aufbau prinzipiell immer derselbe, so sehr übereinstimmend, daß dieser Umstand meiner Ansicht nach genügt, um zu zeigen, daß die vielen Arten trotz mancher Verschiedenheiten in andern Merkmalen doch nur einer Gattung zugezählt werden können. Ich kann deshalb auch die Darstellung derart vornehmen, daß ich ohne weitere Rücksicht auf die Arten die verschiedenen Organe nacheinander bespreche, und zwar will ich zunächst nur den allgemeinen Aufbau kurz schildern und dann die histologischen Einzelheiten, soweit sie von Bedeutung sind, eingehender behandeln. Hervorheben muß ich noch, daß für die Untersuchung vorzugsweise kleine Tiere gedient haben, zum Teil weil größere fehlten, zum Teil weil solche zu schlecht erhalten waren. Auf Grund der Untersuchung einzelner größerer Exemplare scheint es, als ob bei ihnen die Verhältnisse nicht verschieden sind. Weiter will ich noch erwähnen, daß die Epidermis in den meisten Fällen abgerieben war und deshalb auf den meisten Figuren nicht eingezeichnet werden konnte.

Ich teile die Organe ein in folgende sechs Gruppen: 1. die branchiostegalen, die auf der Kiemendeckelmembran liegen, 2. die orbitalen, d. h. alle am Auge, ant-, post- oder suborbital gelegenen, 3. die gewöhnlichen Rumpforgane, und die opercularen und Wangenorgane, 4. die Leuchtplatten, 5. die Leuchtschuppen, und 6. sehr kleine, makroskopisch kaum erkennbare Organe am Kopf und Rumpf bei *M. longipes* und *alatum*.

1. Die branchiostegalen Organe. Ich stelle diese Organe deshalb der Darstellung voran, weil sie abgesehen von den kleinen der sechsten Gruppe die einfachsten sind und hinsichtlich des Baus, der Lage und Zahl bei allen Arten übereinstimmen. Die Lage ist folgende: die Branchiostegalmembran (Fig. 19, *bm*) verbindet sich nahe ihrem ventralen Ende durch einen

schmalen Streifen mit dem Unterkiefer (*uk*); an dieser Brücke, aber noch in der Membran und zwar in ihrer lateralen Wand liegen drei Organe auf gleicher Höhe, und in bestimmten Abständen voneinander, die je nach der Länge des Unterkiefers und der Membran bei den verschiedenen Arten größer oder kleiner sein können. Makroskopisch erscheinen die Organe als glänzende runde Flecke und scheinen noch durch den Unterkiefer nach außen durch, dagegen sind sie von der medialen Wand der Membran aus nicht sichtbar, weil das Pigment des Organs (*p*) und der Membran (*lp*) hier vorliegen. Sie haben die Form einer schwarzwandigen flachen, runden Schale, doch wölbt sich der Pigmentmantel auch noch über den dorsalen Rand und bedeckt ein Drittel der Oeffnung (Fig. 19). Die Organe liegen derart, daß der vom Pigmentmantel nicht bedeckte Teil laterad und ventrad sieht; mit ihrer Längsachse sind sie senkrecht zu der des Körpers gestellt.

Der Inhalt der Schale besteht, wenn man von außen nach innen vorgeht, aus dem Reflektor (*r*), welcher dem Pigmentmantel eng anliegt und ganz seine Form wiederholt, aus der bindegewebigen Hülle (*b*), dem Drüsenkörper (*dr*) und dem Gallertkörper (*g*).[1]) Der Drüsenkörper (*dr*) liegt ganz versteckt in der dorsalen Hälfte unter dem Pigmentdach. Er ist schmal, aber lang, wurstförmig (Fig. 18). Der Querschnitt (Fig. 19) zeigt, daß er nicht ganz rund ist, sondern eine konvexe und konkave Fläche hat. Mit der einen schmalen Seite ist er dem Reflektor, der hier bedeutend stärker entwickelt ist als an den andern Stellen (Fig. 19, 20, *r*, *r*[1]), angelagert, von ihm nur durch die bindegewebige Hülle getrennt, sonst ist er eingebettet in den Gallertkörper und von einem mehr minder stark entwickelten Blutgefäßplexus (Fig. 20, *bl*) umgeben. Bei manchen Arten sieht man nur wenige Gefäße an der Peripherie des Drüsenkörpers, die an der dorsalen Wand durch den Pigmentmantel eindringen, meist den Gallertkörper durchziehen und ventral wieder austreten. In andern Fällen z. B. bei *M. longipes* ist dagegen der ganze Drüsenkörper von einem großen Plexus umhüllt, der einen sehr großen Teil des Schaleninhalts, einen viel größeren als der Drüsenkörper selbst einnimmt. Auf der Seite des letzteren, an welcher diese Blutgefäße sich besonders verbreiten, bildet er oft leistenartige Vorsprünge (Fig. 18). Gatti hat sie bereits erkannt; sie sollen nach ihm nur bei den Arten der Untergattung *Myctophum* vorkommen, indessen habe ich sie hier verhältnismäßig selten und auch nicht in so starker Entwicklung, wie er sie zeichnet, gesehen. Es ist möglich, daß dieser verschiedene Befund in dem verschiedenen Alter der von uns untersuchten Exemplare begründet ist; eine größere Bedeutung dürfte er nicht haben. Der Gallertkörper füllt den übrigen Raum der Schale völlig aus und erstreckt sich ventrad noch etwas über den Rand des Pigmentmantels hinaus. Eine bindegewebige Hülle schließt ihn allseitig ab, sie umhüllt auch den Drüsenkörper völlig. Auf die Innervierung werde ich später noch besonders eingehen.

2. Die orbitalen Organe. In den Untergattungen *Myctophum*, *Lampanyctus* und *Lampadena* sind die antorbitalen und das bei *M. Benoiti* und *M. Benoiti Reinhardti* vorkommende postorbitale Organ durchweg schwach entwickelt, nur bei *M. laternatum* gewinnt es (nur beim Männchen?) eine ansehnliche Größe, wie man es sonst nur in der Untergattung *Diaphus* trifft.

Im allgemeinen ist die Form der orbitalen Organe bei der Untergattung *Myctophum* mit der einer kurzen Tüte zu vergleichen. Ihre Spitze liegt dorsal, ihre Oeffnung schaut ventrad. Bei *Lampanyctus* ist sie mehr rostrad gerichtet und die Form ist die eines Bechers. Der Bau

[1]) In der Figur zeigt die punktierte Linie für den Buchstaben *g* falsch; sie müßte nach rechts zeigen.

ist aber mit geringen Aenderungen, die durch die verschiedene Größe und Stellung bedingt werden, bei allen derselbe. Auch hier wird die Innenwand des Pigmentmantels (Fig. 21—24, 26, 27, *p*) vom Reflektor (*r*) austapeziert. Der übrige Inhalt des Organs wird vom Gallertkörper (*g*) und vom Drüsenkörper (*dr*) ausgefüllt, der in ihn ganz eingebettet ist. Er hat entweder die Gestalt eines Hufeisens (Fig. 21, *dr*) oder er ist T-förmig wie z. B. bei *M. Benoiti* (Fig. 23, *dr*) gestaltet, oder, wo das Organ wie bei *M. laternatum* (Fig. 22, *dr*) sehr stark entwickelt ist, ist auch der Drüsenkörper stärker ausgebildet und stellt eine große kuglige Masse dar. Die beiderseitigen antorbitalen Organe stoßen hier dorsal der Nase fast zusammen; nur ein dünnes Septum trennt sie. Beide sind ventrad geöffnet, aber etwas rostrad gedreht. Der Schnitt mußte deshalb etwas schief den Kopf durchschneiden, um einen genauen Sagittalschnitt durch das Organ zu erhalten. Nahe dem ventralen Rande liegt dem großen Organ noch ein kleines (Fig. 22, dr^1) an, das ventrad geöffnet ist.

Da Exemplare von *M. Benoiti* aus dem Expeditionsmaterial (Fig. 21) und aus Messina (Fig. 23) und auch solche aus dem gleichen Gebiet untereinander nicht immer dasselbe Bild zeigten, so scheint es, als ob die Gestalt bei einer und derselben Art wechseln kann, oder es handelt sich um Varietäten dieser Art, die durch andere äußere Merkmale sich nicht unterscheiden lassen, oder die Unterschiede sind in verschiedenem Alter der Exemplare begründet und haben keine größere Bedeutung.

In manchen Fällen z. B. bei *M. Benoiti* schien es, als ob der Gallertkörper in zwei Zonen gesondert sei, eine innere und eine periphere. In der ersteren war das Gewebe kompakter und färbte sich auch etwas stärker bläulich als in der letzteren. Wenn auch die Grenze zwischen beiden scharf erscheint, möchte ich doch diese Sonderung der Konservierung zuschieben, da ich sie sonst nicht gefunden habe.

Auch die größeren ant- und suborbitalen Organe in der Untergattung *Diaphus* wiederholen dasselbe Bild wie die der kleineren in den andern Untergattungen. Auf die Verschiedenheiten der Richtung des Lichtes und Lage der Organe ist bereits im systematischen Teil hingewiesen worden. Es möge nur hervorgehoben werden, daß kein einziges sein Licht in die vordere Augenkammer wirft, sondern alle vom Auge fort, laterad, rostrad oder ventrad. Pigmentmantel, Reflektor, Gallertkörper und Drüsenkörper sind auch hier die Teile des Organs (Fig. 24, 26, 27). Die Form und Größe des Drüsenkörpers richtet sich nach der des ganzen Organs. In kleinen Organen ist er klein und nieren- oder wurstförmig, in größeren stärker entwickelt und ellipsoidisch oder linsenförmig, in oblongen ähnlich gestaltet. Bei manchen Arten erscheint das dorsale antorbitale Organ nur einfach bei makroskopischer Betrachtung, Schnitte lehren dann aber, daß am dorsalen Rande noch ein kleiner, länglich-rundlicher Drüsenkörper gelegen ist. Bei einigen z. B. *M. elucens* (Fig. 26, dr^1) ist er nur durch einen schmalen Streifen von Gallertgewebe vom Hauptkörper abgetrennt. Bei *M. Rafinesquei* (Fig. 24) schickt der Drüsenkörper an der dorsalen Seite noch eine schmale Zunge (dr^1) vor, deren Ende etwas angeschwollen ist, aber sonst in kontinuierlichem Zusammenhang mit dem Hauptteil bleibt. In wieder anderen Fällen z. B. bei *M. splendidum* (Fig. 27, dr^1) ist der kleine Nebenkörper schärfer vom Hauptkörper isoliert, indem Pigmenthülle und Reflektor des ersteren von denen des ventralen Organs bestimmter abgesetzt sind. Es liegt nahe in diesen verschiedenen Bildern Entwicklungsstufen zu sehen. Vielleicht sind die beiden fast gleich großen Organe, welche bei vielen Arten der

Untergattung *Myctophum* am vorderen Augenrande in größerer Entfernung voneinander liegen, einst auch vereint gewesen. Es ist aber natürlich auch möglich, daß sie sich an verschiedenen Stellen selbständig ausgebildet und dann genähert haben.

In Bezug auf die bindegewebige Hülle und die Lage der Blutgefäße zeigen diese ant- und suborbitalen Organe im Vergleich mit den branchiostegalen einen bemerkenswerten Unterschied. Bei den kleineren liegen zwar die Verhältnisse gleich, d. h. die Hülle umschließt nur den Drüsenkörper, und die Blutgefäße verbreiten sich nur außerhalb desselben (Fig. 21, 23, *dr* und 24, 26, 27, *dr*^{1}), dagegen bei den größeren z. B. bei *M. laternatum* (Fig. 22) und bei denen der Untergattung *Diaphus* bildet die Hülle innerhalb des Drüsenkörpers Septen und in diesen verbreiten sich auch sehr reichlich Blutgefäße.

3. Schüsselförmige Organe des Kopfes und Rumpfes. Es gehören in diese Gruppe die meisten Rumpforgane, deren Anordnung im systematischen Teil ausführlich behandelt ist, und die opercularen, und die Wangenorgane. Von den zuerst betrachteten unterscheiden sie sich zunächst dadurch, daß sie stets von einer Schuppe bedeckt sind. Bei makroskopischer Untersuchung scheinen drei Typen vorhanden zu sein.

1) In der Untergattung *Myctophum* und vielleicht auch bei einigen Arten, die ich der Untergattung *Lampanyctus* zugerechnet habe, so bei *M. Warmingi*, *madarense*, *procerum* und *elongatum* erscheinen die Organe kreisrund (Fig. 1). Die Oeffnung, wie ich die pigmentfreie laterale Wand bezeichnen will, hat allerdings nicht ganz die Gestalt. Dorsal nämlich wölbt sich dachartig die Pigmentwand noch etwas über sie (*p*^{1}). Nimmt man die Schuppe fort, so löst sich in der Regel dieses Dach mit ab (Fig. 2), und es tritt dann die kreisrunde Gestalt des Organs klar hervor, und auch die Oeffnung hat jetzt diese Form. Der Umstand, daß das Dach sich mit der Schuppe glatt abheben läßt, ohne irgendwelche Schäden an der Hauptpigmentwand des Organs hervorzurufen, läßt schon schließen, daß dieses Dach nicht ein Teil der letzteren, sondern von ihr unabhängig ist.

2) In der Untergattung *Lampanyctus* erscheinen die Organe vielleicht außer bei den bereits erwähnten Arten viel kleiner und dorso-ventral viel schmäler (Fig. 4), sie sind etwa bohnen- oder nierenförmig gestaltet. Ebenso ist die Oeffnung gestaltet, aber diese wird noch bedeutend verkleinert dadurch, daß auch ein ähnliches Pigmentdach sie dorsal überwölbt. Es löst sich ebenfalls mit der Schuppe ab (Fig. 5). In der Regel ist die letztere abgerieben.

3) In der Untergattung *Lampadena* und *Diaphus* sind die Organe ohne Ausnahme rund wie in der Untergattung *Myctophum* (Fig. 6). Es fehlt hier am dorsalen Rande das Pigmentdach, dagegen überbrückt hier ein schmaler Pigmentstreifen die Oeffnung in einem etwas dorsad gekrümmten Bogen. Auch hier gehört dieses Septum nicht dem eigentlichen Pigmentmantel des Organs an, sondern ist eine besondere, von ihm unabhängige Bildung. Sehr wahrscheinlich ist es gleichwertig dem Pigmentstreifen, der das dorsale Dach bei den andern Typen bildet, und unterscheidet sich nur durch die verschiedene Lage.

Von diesen drei Typen ist entschieden der *Diaphus*-Typus am charakteristischsten. Auch früheren Autoren ist sie aufgefallen, so Lütken, Eigenmann, Gatti u. a. und von ihnen bereits zum Teil für die systematische Unterscheidung der *Myctophum*-Arten verwendet. Die andern beiden treten am klarsten hervor, wenn, wie es bei konservierten Tieren meist der Fall ist, die Schuppen und damit auch das Pigmentdach abgerieben sind. Wenn dieses nicht der Fall ist, dann können besonders bei den lateral am Rumpf gelegenen Organen infolge der stärkeren

Entwicklung des Daches und der dadurch bedingten größeren Einengung der Oeffnung die Unterschiede zwischen beiden nicht so scharf ausgebildet erscheinen. Meist allerdings entscheidet dann die durchweg viel geringere Größe der *Lampanyctus*-Organe, sie sind oft, besonders bei älteren Tieren so unscheinbar, daß man ihre Zahl und Lage selbst mit Hilfe der Lupe nur schwer feststellen kann.

Die Form der Organe bei *M. Warmingi*, *elongatum*, *maderense* und *procerum* konnte ich deshalb nicht genau bestimmen, weil die mir vorliegenden größeren Exemplare nicht gut genug erhalten waren. Nach kleinen Exemplaren zu urteilen dürften sie rundliche Organe wie die Untergattung *Myctophum* haben.

Unter den Organen zeichnet sich das dorsale operculare Organ fast stets außer bei *M. alatum* durch stärkere Entwicklung aus und weiter dadurch, daß der ventrale Pigmentrand sehr schmal, meist kaum sichtbar ist (Fig. 3), das Dach dagegen stärker hervortritt. Das ventrale operculare Organ ist dagegen in der Regel viel kleiner und liegt auf der Höhe des Kieferwinkels etwas versteckt.

Alle Organe sind laterad und etwas ventrad geöffnet.

Die Fig. 8—10 und Fig. 12—13 geben Schnitte durch die gewöhnlichen Rumpforgane wieder, und zwar Fig. 8 von einer Art der Untergattung *Myctophum*, Fig. 9, 10 und 13 von einer *Lampanyctus*-Art und Fig. 12 von einer *Diaphus*-Art. Alle Schnitte außer dem in Fig. 10 dargestellten sind Querschnitte durch den Rumpf, durchschneiden also die Organe in dorsoventraler Richtung. Die Konservierung dieser Organe scheint auf große Schwierigkeiten zu stoßen, da in den meisten Fällen entschieden Schrumpfungen besonders des Gallertkörpers eingetreten sind. Einer solchen ist z. B. der große leere Raum, den die Fig. 8 zum Beispiel zeigt, zuzuschreiben. Gatti's Fig. 18 und 19 zeigen dasselbe. Wahrscheinlich hindert die das Organ bedeckende Schuppe ein genügend rasches Eindringen der Konservierungsflüssigkeiten. Ich nehme dieses besonders deshalb an, weil die branchiostegalen Organe, die nicht durch Schuppen abgeschlossen sind, derartige Schrumpfungen niemals zeigten.

Da die *Myctophum*- und *Lampanyctus*-Form im feineren Bau keine Unterschiede bieten, so bespreche ich sie (Fig. 8—10, 13) gemeinsam.

Auf den Schnitten tritt die Schüsselform der Organe klar zutage. Ihre mediale Wand wird vom Pigmentmantel (p) gebildet. An den Rändern wölbt er sich noch etwas nach innen. Wie die Figuren aber deutlich erkennen lassen, geht er nicht über in das schon erwähnte Pigmentdach (p^1), sondern dieses ist eine Fortsetzung der gewöhnlichen Pigmentschicht der Haut. Was bei der makroskopischen Betrachtung nicht erkannt wurde, ist daß nicht nur dorsal, sondern auch auf den andern Seiten (p^2) (man vergleiche besonders auch den Horizontalschnitt durch den Rumpf (Fig. 10, p^1), welcher diese Verhältnisse auf der rostralen und caudalen Wand zeigt) diese Pigmentschicht sich noch über die Ränder der Schüssel vorschiebt, allerdings nicht in so starkem Maße wie auf der dorsalen Seite.

Die vom Pigment freigelassene laterale Wand der Schüssel oder ihre Oeffnung wird von der Schuppe bedeckt, die hier linsenartig verdickt ist. Diese Beteiligung der Schuppe am Aufbau des Organs ist schon von Leydig gesehen worden. Wie die Fig. 13 am besten zeigt, liegt diese bikonvexe Verdickung fast in der Mitte der Schuppe.

Der vom Pigmentmantel, vom Pigmentdach und von der Schuppe umschlossene Binnen-

raum enthält folgende Teile. Dem Pigmentmantel liegt zunächst ein Reflektor an (*r*), der nur an den übergreifenden Rändern des ersteren fehlt. Dann folgt nach innen eine dickere homogene Lamelle (s^1), die sich ebensoweit wie der Reflektor ausbreitet. Sie wird von Emery, Gatti und v. Lendenfeld als die „tiefe Schuppe" bezeichnet. Unter dem dorsalen Pigmentdach liegt zunächst ebenfalls ein Reflektor (r^1), der von dem zuerst genannten ganz getrennt ist. Unter ihm befindet sich der Drüsenkörper (*dr*). Seine Gestalt ist wurstförmig (Fig. 10, *dr*), das eine oder beide Enden sind manchmal keulenförmig angeschwollen. Er ist parallel der dorsalen Wand des Organs gelagert. Der Querschnitt gibt ein verschiedenes Bild. Mitunter ist der Körper oval und reicht nicht über die Grenze des Pigmentdachs hinaus (Fig. 9), in andern Fällen schiebt er noch eine schmale Zunge über sie hinaus vor (Fig. 8). Nach Gatti soll eine größere Zahl solcher Zungen oder „Zapfen" vorhanden sein. Bei den von mir untersuchten Formen habe ich auf allen Schnitten dasselbe Bild gefunden, welches Fig. 8 zeigt, das heißt, die genannte Zunge ist gleichmäßig breit, plattenförmig, oder sie kann wie z. B. bei *Diaphus lacerta* zum größten Teil durch Blutgefäße vom Hauptteil abgetrennt sein. Der Drüsenkörper ist von einer bindegewebigen Hülle umschlossen, die aber nicht zwischen seine Zellen eindringt.

Der noch übrige Raum wird von Gallertgewebe ausgefüllt (Fig. 9, *g*). Ich halte wenigstens den in Fig. 9 wiedergegebenen Zustand für den natürlichen, dagegen glaube, daß der in Fig. 8 sichtbare Spaltraum durch Schrumpfung des Gallertgewebes entstanden ist. Der Gallertkörper ist ebenfalls von einer bindegewebigen Kapsel umschlossen. In ihm finden sich zahlreiche Blutgefäße (*bl*), die an der inneren Wand des Drüsenkörpers und unter der Linse große Plexus bilden.

Die basale schuppenartige Lamelle, welche zwischen den Gallertkörper und den Reflektor eingeschoben ist (s^1, Fig. 8, 9) wird von Emery, Gatti und v. Lendenfeld, wie schon erwähnt wurde, als „tiefe Schuppe" bezeichnet und morphologisch der das Organ bedeckenden Schuppe gleichwertig gesetzt. Nach Emery soll sie nur der tiefe Teil der nächstfolgenden Schuppe sein. Jede Schuppe würde also die basale Lamelle für ein Organ und die Linse für ein anderes Organ bilden. Dann würde die erstere sicher eine echte Schuppe sein. Wie aber Fig. 13 zeigt, und wie auch Gatti bereits hervorgehoben hat, ist dieses Verhältnis nicht vorhanden. Nach Gatti soll diese basale Lamelle auf Grund der Entwicklung ein Teil einer Schuppe sein, der sich von dem Hauptteil ablöst. Wenn ich seine Beschreibung richtig verstehe, soll sich der in der Tiefe liegende Teil der nächstfolgenden Schuppe abtrennen, sich unter die Anlage des Leuchtorgans schieben und ein Teil desselben werden. In anderen Fällen soll diese basale Lamelle aber auch unabhängig von der Schuppe entstehen. Eine solche Beteiligung von zwei Schuppen an dem Aufbau eines Leuchtorgans muß Bedenken erregen, und es erscheint mir eine Nachprüfung dieser Angaben über die Entstehung dieser Lamelle notwendig, ehe man über ihren morphologischen Wert sicher entscheidet. Die Struktur der Lamelle gleicht zwar der einer echten Schuppe, zeigt aber auch Abweichendes. Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 8, s^1, Taf. XXXI) läßt sie zwei Schichten unterscheiden, eine äußere und eine innere. Die erstere ist dünner und färbt sich dunkler, beide aber sind nicht scharf voneinander getrennt und erscheinen homogen. Auf beiden Seiten liegen ihr platte Kerne an.

Die schüsselförmigen Organe der Untergattung *Diaphus* (Fig. 12) und *Lampadena* zeigen von denen der beiden andern folgende Unterschiede. Wie schon erwähnt wurde, überbrückt

hier ein schmales, schwarz pigmentiertes Septum (p'), das dorsad ausgebogen ist, die Oeffnung der Schüssel und teilt sie in eine kleinere dorsale und größere ventrale Hälfte. Das Septum ist wahrscheinlich nichts anderes als ein von der Pigmentschicht der Haut abgetrennter und verschobener Streifen, der bei den andern Untergattungen das dorsale Dach bildet. Hierfür spricht, daß unter ihm der Teil des Reflektors und der Drüsenkörper liegt, die bei jenen von dem Dach bedeckt werden. Ein anderer Unterschied ist, daß zwischen der Schuppe und dem Gallertkörper noch eine besondere Membran liegt, die nur am Pigmentseptum eine Unterbrechung erfährt (*m*) oder, was wahrscheinlicher ist, hier sehr dünn und daher zwischen dem Reflektor und dem Drüsenkörper nicht erkennbar ist. Im Bereich der beiden Oeffnungen ist sie breiter und erscheint quer gestrichelt, seitlich wird sie sehr dünn und ist nicht mehr zu verfolgen. Ueber ihren Wert bin ich nicht klar geworden. Am nächsten liegt es, sie der bindegewebigen Hülle zuzurechnen, aber, wie die Fig. 12 erkennen läßt, ist diese unter der Membran auch noch vorhanden. In andern Fällen waren dagegen beide nicht zu trennen. GATTI und die andern Autoren erwähnen sie nicht. Die von der Schuppe gebildete Linse liegt hier über der ventralen Hälfte der Oeffnung (Fig. 12).

Die opercularen Organe. Es sind zwei vorhanden, ein dorsales und ventrales; beide liegen am vordern Rande des Präoperculums übereinander. Da der Bau beider etwas verschieden ist, müssen sie getrennt besprochen werden. Das dorsale Organ, welches die Fig. 14 von *M. (Diaphus) fulgens* und Fig. 15 von *M. (Lampanyctus) alatum* zeigt, schließt sich dem soeben besprochenen Rumpforgane eng an. Es unterscheidet sich zunächst dadurch, daß es größer ist und der ventrale Rand des Pigmentmantels nicht umgebogen ist, sondern flach ausläuft, und die Pigmentschicht der Cutis nur sehr wenig auf der ventralen Seite das Organ bedeckt. Ferner fehlt stets die schuppenartige Lamelle zwischen dem Reflektor und dem Gallertkörper und die Linse der Schuppe ist stärker entwickelt, manchmal z. B. bei *M. Coccoi* außerordentlich dick und breit. Sie fehlt dagegen ganz dem dorsalen opercularen Organ von *M. alatum* (Fig. 15). Dieses Organ ist überhaupt sehr schwach, fast möchte man sagen, rudimentär entwickelt. Vielleicht steht dieses in einem Zusammenhang mit dem Vorhandensein und der sehr starken Ausbildung des für *M. alatum* eigentümlichen Wangenorgans (Fig. 11), besonders zeigt hier die Linse eine solche Größe wie ich sie sonst nirgends getroffen habe.

Bei *Diaphus* (Fig. 14) ist die genannte gestrichelte Membran an der lateralen Wand gut entwickelt. Hier schien sie mir nichts anderes zu sein als ein modifizierter Teil der bindegewebigen Hülle. Zwischen ihr und der Schuppe lag noch eine Schicht von lockerem Bindegewebe, die ich bei anderen Organen nicht gefunden habe.

Das ventrale operculare Organ ist, wie erwähnt, viel kleiner als das dorsale; bei *M. alatum* habe ich es makroskopisch sogar nicht erkennen können, erst Schnitte durch mehrere Exemplare zeigten, daß es vorhanden war. Die Fig. 17 gibt es in 490facher Vergrößerung wieder, während der durch dasselbe Organ von *M. longipes* geführte und in Fig. 16 abgebildete Schnitt nur bei 230facher gezeichnet ist.

Die Form ist bei diesem Organ tiefer, mehr becherförmig (Fig. 16). Die schuppenartige Lamelle fehlt auch hier, aber es fehlt auch eine Linse. Der Drüsenkörper ist entsprechend der Form des Organs kurz. Die große Zahl der Blutgefäße, welche die Fig. 16 zeigt, ist für die Art *M. longipes* eigentümlich, bei anderen war der Plexus viel schwächer. Bei dem kleinen

Organ von *M. alatum* habe ich einen Reflektor und Blutgefäße nicht gesehen, dagegen war der Drüsenkörper verhältnismäßig groß.

4. Leuchtplatten der Untergattung *Myctophum*. Da *M. laternatum* mir das beste Präparat lieferte, so lege ich diese Art der Darstellung zu Grunde. Die Fig. 3 auf Taf. XXXI zeigt einen Sagittalschnitt durch die dorsale Leuchtplatte eines 1,7 cm langen Männchens.

Die Platte ist schmal oval, vorn etwas spitzer auslaufend, hinten mehr abgerundet. Ferner ist sie hinten tiefer, rostrad flacht sie sich ab. Die Teile sind dieselben wie an den bisher behandelten Organen. Die Platte ist gegen die Nachbarschaft durch einen Pigmentmantel (*p*) isoliert. Ihm liegt auf der Innenseite ein breiter Reflektor (*r*) eng an, und dann folgt der große Drüsenkörper (*dr*), der den übrigen Teil der Platte fast ganz ausfüllt. Auf der Außenseite ist die Platte wahrscheinlich noch von einem Gallertkörper und von der Epidermis bedeckt, bei den untersuchten Exemplaren aber fanden sich an den Rändern nur kleine Fetzen, die ein sicheres Urteil nicht zuließen. Der Drüsenkörper ist wieder von einer dünnen bindegewebigen Hülle umschlossen, die an zahlreichen Stellen senkrecht zur Oberfläche in ihn eindringt. Ihre Septen geben zugleich die Bahnen ab für die sehr zahlreichen Blutgefäße (*bl*), die auf allen Seiten den Pigmentmantel und den Reflektor durchbrechen und im Drüsenkörper sich verbreiten. Auch Nerven (*n*) dringen zahlreich ein.

Soweit mir Präparate von den Leuchtplatten weiblicher Tiere von *M. laternatum*, *Benoiti* u. a. ein Urteil gestatten, ist ihr Bau ähnlich.

Bei *M. Valdiviae* (Fig. 2, Taf. XXXI) und *luminosum* sind die Platten anders gebaut; man würde sie besser mit den antorbitalen Organen vereinigen. Denn sie stellen nicht Platten dar, welche auf ihrer Oberfläche ganz pigmentfrei sind, sondern sie sind mehr tütenförmig gestaltet, indem der caudale Abschnitt auf allen Seiten vom Pigmentmantel (*p*) umschlossen ist. Nur in diesem Teil liegt der Drüsenkörper (*dr*). Er ist eiförmig, von bindegewebigen Septen und Blutgefäßen reich durchsetzt. In dem größeren rostralen Teil, welcher nicht vom Pigment bedeckt ist, findet sich nur ein Gallertkörper (*g*), der rostrad allmählich dünner wird. Zwischen ihm und dem Pigmentmantel liegt ein Reflektor (*r*), der auch die äußere Wand des Drüsenkörpers umkleidet.

5. Leuchtschuppen (Fig. 4—6, Taf. XXXI). Sie finden sich nur bei den *Lampanyctus*-Arten, hier stets präcaudal dorsal und ventral und zuweilen auch an anderen Körperteilen, bei *M. alatum* auch an der Basis der Fettflosse, und weiter bei vielen *Diaphus*-Arten am suprapectoralen Organ. Makroskopisch erscheinen sie im Gegensatz zu den Leuchtplatten glanzlos, im Alkohol weißlich, dort, wo mehrere hintereinander liegen, sind sie dachziegelförmig meist gelagert.

Wie die Schnitte lehren, sind die einzelnen präcaudalen Leuchtschuppen nicht, wie man nach dem makroskopischen Bilde vermuten sollte, völlig voneinander getrennt, sondern (Fig. 4) nur an der Peripherie, während die tieferen Teile kontinuierlich ineinander übergehen. Mithin ist in Wirklichkeit dieser Unterschied gegenüber den Leuchtplatten kein so großer, wie es äußerlich scheint. Und auch der Bau ist kein sehr abweichender. Die größte Verschiedenheit scheint in dem Fehlen oder in der jedenfalls viel geringeren Entwicklung des Reflektors zu liegen (Fig. 4, *r*) und weiter in der weniger selbständigen Gestaltung des Pigmentmantels. Er erscheint als ein Teil der gewöhnlichen Pigmentschicht der Haut.

Der Reflektor war bei den präcaudalen Leuchtschuppen in geringer Breite noch vorhanden, makroskopisch am konservierten Tier aber stets glanzlos. Bei den an andern Körper-

stellen liegenden Leuchtschuppen (Fig. 5) von *M. Warmingi*, *maderense*, *longipes* habe ich einen Reflektor nicht gefunden. Diese sind weiter ganz voneinander getrennt, jede liegt unter einer Hautschuppe (*s*), und ferner fehlt hier auch eine Pigmentschicht, die den Organen direkt anliegt, völlig.

In dieselbe Gruppe gehört auch die Leuchtschuppe vieler *Diaphus*-Arten (Fig. 6). Sie liegt stets am suprapectoralen Leuchtorgan (*dr*). Sein ventraler Rand ist flach, wie bei den dorsalen opercularen Organen. Die Schuppe (*s*) deckt sogar beide Organe und ihre Linse liegt auf der Grenze. Die nächstfolgende Schuppe (s^1) bildet mit ihrem tieferen Abschnitt zum Teil die Unterlage für die Leuchtschuppe. Reflektor und Pigmentmantel fehlen ihr.

6. Endlich wären noch die kleinen Organe von *M. longipes* und *alatum* zu erwähnen, die am Kopf, am Kieferrande, am Rumpf unter jeder Schuppe bei letzterer Art, bei ersterer nur am Kopf sich finden. Die Organe von *M. longipes* sind ganz ähnlich wie das ventrale operculare Organ gebaut, nur sind sie viel kleiner. Die anderen sind, soweit ich erkennen konnte, einfacher gebaut, indem ein Reflektor zu fehlen scheint. Die Schuppe scheint keine linsenartige Verdickung zu bilden.

Nach dieser Uebersicht über die Form und den Aufbau der verschiedenen Organe erübrigt es noch genauer auf die histologische Struktur einzelner Teile einzugehen. Ueber den Pigmentmantel und den Gallertkörper ist wenig zu bemerken. Ersterer setzt sich stets aus vielen spindelförmigen Zellen zusammen. Bei letzterem schwankt die Zahl der verzweigten Zellen, was wohl mit dem verschiedenen Alter zusammenhängen dürfte. Bei älteren Tieren nimmt die Gallerte mit Hämatoxylin auch einen stärkeren bläulichen Ton an. In den tütenförmigen Organen liegen die Zellen in parallelen, senkrecht zur Längsachse des Organs gelagerten Schichten.

Der Reflektor bietet ein verschiedenes Aussehen bei jungen und älteren Tieren. Bei ersteren besteht er aus spindelförmigen Zellen mit länglichen Kernen, z. B. Fig. 7, Taf. XXXI. Der Glanz ist sehr schwach. Bei älteren findet man zwei Formen, zum Teil in einem und demselben Organ. In den orbitalen (z. B. Fig. 22, 26, 27, Taf. XXX) und in anderen in dem Teil des Reflektors, der dem Drüsenkörper direkt anliegt (z. B. Fig. 20, r^1, Taf. XXX) besteht er aus dünnen faserförmigen Zellen, die eng ineinander verfilzt erscheinen. In ihnen treten nadelartige Körper, je älter das Tier ist, um so mehr hervor, und sie lassen bei durchfallendem Licht den Reflektor, wie Leydig richtig sagt, grau asbestartig, bei auffallendem silber- oder perlmutterglänzend erscheinen. Der andere, Hauptteil des Reflektors, der dem größten Teil des Pigmentmantels innen anliegt (z. B. Fig. 19, 20, *r*), zeigt auf den Schnitten teilweise (Fig. 20) oder ganz (Fig. 19) ein anderes Aussehen. Am besten vergleicht man ihn mit einem gedrehten, durchflochtenen Strange. Bei starker Vergrößerung (Fig. 8, *r*, Taf. XXXI) scheint es, als ob lange schmale Nadeln in länglichen Kästchen liegen, in deren schief gestellten Seitenwänden lange schmale Kerne sich finden. In den Kästchen liegen nur die Nadeln, keine Kerne. Die Anordnung der Teile dieses Reflektors ist mir nicht ganz klar geworden. Bei auffallendem Licht zeigt er denselben Glanz wie der andere.

Die größte Schwierigkeit in Bezug auf seine morphologische Auffassung hat der von mir als Drüsenkörper bezeichnete Teil gemacht. Alle Autoren sind einig darin, daß dieser das Licht erzeugt, weshalb er auch in der Regel als „Leuchtkörper" bezeichnet wird, alle geben von seinem

Aufbau auch fast die gleiche, wenn auch verschieden weit eingehende Schilderung, aber die Deutung schwankt. Die einen sehen in ihm eine Drüse, andere elektrische oder pseudoelektrische Organe, andere sprechen sich nicht über seinen Wert aus. Trotz eingehendster Untersuchung eines verhältnismäßig großen Materials wäre auch ich kaum zu einer Entscheidung der Frage gekommen, wenn ich nicht, wie ich schon am Anfang erwähnte, auch die Leuchtorgane von *Neoscopelus* untersucht hätte. Gatti hat entschieden am ausführlichsten und besten den Drüsenkörper untersucht, und abgesehen von der Deutung weiche ich nur in einigen Punkten von ihm ab.

Auf den meisten Schnitten, besonders solchen, welche den Körper quer durchschnitten haben, erscheint sein Aufbau folgendermaßen. Er besteht aus parallelen dünnen Lamellen (vgl. die meisten Figuren auf Taf. XXX). Bei den schüsselförmigen Organen stehen sie senkrecht zur Peripherie, in den größeren orbitalen, in den Leuchtplatten und den Leuchtschuppen liegen sie in mehreren Schichten parallel zur Oberfläche, oder sie zeigen eine ganz regellose Anordnung. Bei den wurstförmigen Körpern der kleineren Organe nehmen die Lamellen die ganze Breite ein, und andere Elemente finden sich nicht in ihnen, dagegen bei anderen Organen, besonders den orbitalen und den Leuchtplatten wird der Körper durch Septen der bindegewebigen Hülle geteilt und von Blutgefäßen reich durchsetzt. Die Zellen, die die Lamellen zusammensetzen, erscheinen auf den meisten Präparaten (z. B. Fig. 20, Taf. XXX; Fig. 12, Taf. XXXI, *dr*) schmal, lang. Nach Gatti soll der Kern, der ebenfalls lang ist, den Lamellen außen anliegen. Dieses kann ich nicht bestätigen. Er liegt vielmehr in den Zellen, oft der Wandung an, bald in der Mitte, bald diesem oder jenem Ende mehr genähert.

Die Lamellen oder Zellen erscheinen scharf umgrenzt, oft sind sie gebogen oder durch Spalträume voneinander isoliert (z. B. Fig. 12, Taf. XXXI; Fig. 20, Taf. XXX). Der Inhalt erscheint fast homogen, in anderen Fällen (Fig. 9, 10, 12, Taf. XXXI) sieht man, wie auch Gatti beschreibt, feine Körner, die sich mit Eosin rosa färben, in einigen z. B. in der Leuchtplatte von *M. laternatum* (Fig. 7, Taf. XXXI, *dr*) sind die Körner gröber. Ihre rote Färbung läßt die ganze Platte rot erscheinen. In denselben Organen, zum Teil auf demselben Präparate, kann der Drüsenkörper auch ein ganz anderes Bild darbieten; es hängt dieses von der Schnittrichtung ab, die für denselben Körper, wenn er gekrümmt ist, natürlich verschieden ausfallen muß (z. B. Fig. 1, 11, Taf. XXXI; Fig. 21, 25, Taf. XXX, *dr*). Die Zellgrenzen sind hier undeutlich oder ganz verwischt. Wenn sie sich feststellen lassen, sind die Zellen breiter, der Kern rund (Fig. 11, Taf. XXXI). Diese verschiedenen Bilder kann ich mir nur so erklären, daß die Zellen des Drüsenkörpers breit, aber sehr platt sind, die wie die Blätter eines Buches aufeinander liegen. Ebenso ist der Kern rund, aber platt.

Gatti vergleicht die Organe von *Myctophum* mit elektrischen Organen, aber mir scheint, als ob hier der Deutung zu Liebe die Punkte, in denen Gleichheit oder Aehnlichkeit vorhanden sein könnte, etwas zu sehr in den Vordergrund gedrängt worden seien. Die Entwicklung, die besonders durch Emery und Gatti bekannt geworden ist und ganz der von Drüsen gleicht, und der Bau sind bei beiden Organen doch zu verschieden. Meiner Ansicht nach ist im wesentlichen der Bau der Organe von *Myctophum* derselbe wie derjenige anderer Leuchtorgane. Pigmentmantel, Gallertkörper, bindegewebige Hülle, Linse und Reflektor sind dieselben Teile und auch ähnlich gelagert. Die einzige Schwierigkeit bereitet nur der Leuchtkörper. Bei allen anderen besteht er aus Drüsenzellen, und deshalb ist es sehr wahrscheinlich, daß auch hier die

Zellen den gleichen Wert haben. Auch der oft körnige Inhalt spricht dafür. Das Aussehen freilich und die Anordnung der Zellen ist so eigenartig und stützt so wenig die Deutung, daß sie von den meisten wohl abgelehnt werden dürfte. Ich selbst würde gegen sie große Bedenken haben, wenn nicht die Verhältnisse, die die Leuchtorgane von *Neoscopelus* zeigen, sie als die richtige erscheinen ließen.

Bevor ich zu dieser Gattung übergehe, muß ich noch einen wichtigen Punkt besprechen, nämlich die Innervierung der Organe. Auch hier stimme ich mit Gatti, der die ausführlichsten Angaben gemacht hat, überein.

Bei den kleineren Exemplaren konnte ich in den schüsselförmigen Organen des Rumpfes keinen Nerven nachweisen, doch ist dieser negative Befund wenig wichtig, weil hier meist der Gallertkörper, in dem Nervenäste sich am leichtesten verfolgen lassen, geschrumpft war. Daß auch hier Nerven eindringen, dürfte deshalb schon sehr wahrscheinlich sein, weil sie in den branchiostegalen Organen desselben Tieres vorhanden sind. Weiter ergab die Untersuchung der Bauchorgane eines großen Exemplars von *M. (Diaphus) coeruleum* ein sicheres Resultat. Hier dringen am Rande des Pigmentmantels an verschiedenen Stellen — ich konnte fünf sicher nachweisen — Nervenäste ein und ziehen durch den Gallertkörper entlang dem Plexus von Blutgefäßen zum Drüsenkörper und verzweigen sich hier. Ein Eindringen von Fasern in ihn selbst ließ sich nicht erkennen. Auch bei den branchiostegalen Organen (Fig. 18, *n*, 20, *n*, Taf. XXX) ist es der Fall. Hier zählte ich sechs Aeste, welche zwischen den beiden Teilen des Reflektors eindringen, an dessen Wand entlang verlaufen und an der Peripherie des Drüsenkörpers sich verästeln. Einige Fasern drangen auch durch den unter dem Pigmentdach liegenden Reflektor, ein anderer stärkerer in etwas größerer Entfernung durch den Hauptteil des Reflektors und dann den Gallertkörper durchsetzend zum Drüsenkörper. Der Hauptteil des Nerven, von dem diese Aeste abgingen, zog aber am Leuchtorgan vorbei zur Haut. Ganz ähnliche, zum Teil noch bessere Bilder zeigten die orbitalen Organe (Fig. 21, 24, 25, 27, *n*, Taf. XXX; Fig. 1, Taf. XXXI), das ventrale operculare Organ von *M. longipes* (Fig. 16, *n*), die Leuchtplatten (Fig. 2, 3, 7, *n*, Taf. XXXI) und die Leuchtschuppen. Manchmal sieht man mehrere stärkere Aeste direkt auf das Organ losziehen, aber der Hauptteil zieht außerhalb vorbei, nur kleinere dringen an verschiedenen Stellen ein und senden Fasern zur Peripherie des Drüsenkörpers. Es kann demnach kein Zweifel sein, daß die Organe von *Myctophum* innerviert werden.

23. *Neoscopelus macrolepidotus* Johns.

(Taf. XXXI, Fig. 13—17; über Zahl und Anordnung der Leuchtorgane vgl. Syst. Teil p. 147, Taf. XI, Fig. 2—3, Textfig. 72—76.)

Im systematischen Teil habe ich bereits eingehend die Verteilung, die Zahl und die verschiedene Größe der Leuchtorgane von *Neoscopelus* besprochen und gehe deshalb auf diese Punkte nicht ein. Ich möchte aber noch kurz wieder hervorheben, daß die meisten Organe vereinzelt liegen, daß aber hinter vielen größeren Organen (Fig. 13, *o*), welche rostrad geöffnet sind, noch ein Paar kleinerer Organe (o^1) gelegen ist, deren Licht nach der entgegengesetzten Richtung geworfen wird. Sie liegen sehr versteckt, da sie durch Pigment (*p*) zum größten Teil überdeckt sind, und ich bin auch auf sie erst auf den Schnitten aufmerksam geworden. Ferner

möchte ich noch besonders auf die Organe hinweisen, welche unten am Seitenrande des Zungenwulstes gelegen sind, da an dieser Stelle bei keinem andern Fisch bisher Organe gefunden sind.

Da der Bau trotz der verschiedenen Größe und Lage prinzipiell derselbe ist, so genügt es, ein Organ genauer zu betrachten und dann die wenigen Punkte, in denen einige verschieden sind, hervorzuheben. Ich lege der Schilderung ein Organ zu Grunde, das unten am Zungenrande gelegen ist (Fig. 15).

Das Organ ist scheibenförmig. Geht man bei der Betrachtung von außen nach innen vor, so trifft man zunächst auf den Pigmentmantel (*p*). Er ist auf der medialen, also der Zunge zugewandten Seite mehr ausgedehnt als auf der lateralen. Seiner ganzen Innenwand liegt ein Reflektor (*r*) an, der aus langen, parallel gelagerten Fasern, die lange Kerne besitzen, besteht. Bei durchfallendem Licht erscheint er grau, bei auffallendem perlmutterglänzend. Dann folgt eine bindegewebige Hülle, die den Gallertkörper und den Drüsenkörper umschließt. Der letztere (*dr*) liegt dem Reflektor am nächsten. Die Wand der Drüse ist in viele Falten gelegt und wird von einem einschichtigen Epithel gebildet. Die Zellen erscheinen bald wie schmale Lamellen, die platte Kerne haben, oft gebogen und voneinander — wahrscheinlich durch Schrumpfung — durch Lücken getrennt sind (Fig. 15, 16), bald sind sie breiter und haben runde Kerne (Fig. 17). Diese verschiedenen Bilder lassen schließen, daß die Zellen die Form breiter Platten haben. Ihr Inhalt besteht aus Körnern. Im Ganzen ist das Bild, das die Zellen bieten, ein ganz ähnliches, wie es die Zellen des Drüsenkörpers in den Organen von *Myctophum* zeigen. Der Charakter einer Drüsenzelle tritt auch hier sehr wenig hervor, und man würde gegen eine solche Deutung wohl auch Einspruch erheben, wenn nicht im Drüsenkörper ein weiter centraler Hohlraum vorhanden wäre, und aus ihm ein Gang nach außen führte. Der Raum ist entsprechend der gefalteten Wand sehr unregelmäßig gestaltet, so daß man ihn auf den Schnitten niemals ganz übersehen kann. Der Ausführungsgang beginnt auf der lateralen Seite des Sinus, durchzieht in Biegungen — die Fig. 15 ist aus mehreren Schnitten kombiniert — den Gallertkörper bis zur Oberfläche und mündet in die Mundhöhle aus. Im Gallertkörper, der den größten Teil des Binnenraums des Organs ausfüllt, verbreiten sich Blutgefäße (*bl*) und bilden auf der lateralen Wand des Drüsenkörpers einen sehr großen Plexus. Nervenäste (*n*) dringen an verschiedenen Stellen durch den Pigmentmantel und Reflektor. Ich konnte sie nur bis zum Plexus verfolgen, aber es ist wahrscheinlich, daß sie ebenso wie bei *Myctophum* bis zum Drüsenkörper dringen.

Im Ganzen ist, wie gesagt, das Bild, das der Bau dieser Organe bietet, sehr ähnlich dem bei *Myctophum* gefundenen. Der wichtigste Unterschied ist das Vorhandensein eines Sinus und eines Ausführungsganges. Dieser ist für die Auffassung der Organe auch von *Myctophum* von großer Bedeutung. Denn da die Zellen des Drüsenkörpers ganz denselben Charakter bei beiden Gattungen zeigen, so kann kaum ein Zweifel aufkommen, daß auch die Organe von *Myctophum* als Drüsen trotz des Fehlens jener beiden Teile aufgefaßt werden müssen.

Die Rumpforgane von *Neoscopelus* weichen in folgenden Punkten von der soeben gegebenen Beschreibung ab. Sie sind mehr schüsselförmig gestaltet (Fig. 14), auf der einen Seite tiefer und auf der andern allmählich sich abflachend. Besonders bei den lateral gelegenen Organen ist dieser flachere, hier ventral liegende Teil außerordentlich stark ausgedehnt. Ein zweiter Unterschied liegt in der Lage des Ausführungsganges. Er wendet sich nicht rostrad und durchsetzt den Gallertkörper, sondern er dringt an der caudalen Wand zwischen Reflektor (*r*),

dem Pigmentmantel (p) und der Pigmentschicht der Haut (p^1) caudad aus dem Bereich des Organs, nimmt dann noch den Ausführungsgang des hier liegenden einen kleinen Organs (dr^1, vgl. Fig. 13, o^1) auf und mündet dann wahrscheinlich zwischen zwei Schuppen nach außen. Sein Verlauf ist nicht so gerade, wie es die Fig. 14 darstellt, sondern er wendet sich noch stark laterad, aus der Ebene, in der der Drüsenkörper liegt, ganz heraustretend. Ich habe auch hier mehrere Schnitte kombiniert, um nicht zu viele Figuren geben zu müssen. Das andere kleine Organ, welches neben dem andern liegt, mündet selbständig aus.

Ich möchte noch bemerken, daß die Lage der Organe nicht immer dieselbe ist, sondern sie bald rostrad, bald ventrad oder, wie die kleinen, caudad geöffnet sind, und je nachdem müßte die Bezeichnung der Wände, die oben für ein rostrad geöffnetes Organ gewählt ist, geändert werden.

Der verschiedene Verlauf des Ausführungsganges bei den Rumpforganen ist meiner Ansicht nach durch die Lage der Organe unter den Schuppen bedingt. Diese fehlten zwar an den betreffenden Stellen durchweg, aber ihr Vorhandensein ist außer allem Zweifel. Es ist möglich, daß sie ähnlich wie bei *Myctophum* eine linsenartige Verdickung besitzen.

IV.—VII. Familie: *Ceratiidae, Gigantactinidae, Antennariidae, Malthidae.*

(Taf. XV und XVI des Syst. Teils.)

Wenn auch die Organe, die bei diesen Familien als Leuchtorgane vielleicht beurteilt werden können, wichtige Unterschiede im Bau zeigen, so ist ihre Vereinigung zu einer Gruppe doch leicht zu begründen. Denn es handelt sich hier entschieden um morphologisch gleichwertige Organe, die nur innerhalb der ersten beiden Familien einen andern Entwicklungsgang eingeschlagen haben als innerhalb der letzten beiden. Alle Organe liegen an den Enden von Strahlen der Rückenflossen. Es kommen hier einmal die Tentakelorgane in Betracht. Es ist stets der erste Strahl der Rückenflosse, welcher zum Tentakel umgewandelt ist. Er ist von den Strahlen isoliert, auf den Kopf oder wie bei *Gigantactis* (vgl. die Taf. XV im systemat. Teil) an die Spitze der Schnauze gerückt, in der Regel stark verlängert und caudad umschlagbar. Oder er ist sehr kurz, vorn auf der Stirn gelegen und oft in eine Grube auf der Stirn verlagert, so bei *Antennariidae* und *Malthidae*. Oder endlich, wie bei den *Aceratiidae*, ist der Tentakel rückgebildet. In der ersteren Gruppe *(Ceratiidae, Gigantactinidae)* ist das Ende des Tentakels angeschwollen, und in der Anschwellung liegt ein pigmentiertes kugliges Organ, das ich Tentakelorgan nenne (vgl. besonders Fig. 1, 3, 6, 7, 9, Taf. XV des systemat. Teils). Wie makroskopisch schon erkennbar ist (vgl. besonders Fig. 9), besitzt es auf der dorsalen Seite (wenn der Tentakel nach vorn gerichtet ist) eine Oeffnung, sie kennzeichnet sich als eine unpigmentierte Einsenkung. Auch bei den andern trägt der Tentakel eine Anschwellung, die aber anders gestaltet und stets unpigmentiert ist. Sie ist pinselartig wie bei *Chaunax*, oder, wie bei den *Malthidae*, lappig, am stärksten, geradezu monströs ist sie entwickelt bei *Coelophrys* (Fig. 3, Taf. XVI des systemat. Teils). Auch in ihr liegt ein Organ, das ebenfalls dorsad eine Oeffnung hat.

Außer diesen Tentakelorganen finden sich bei einigen *Ceratiiden* — ich kenne sie nur

von *Ceratias Couesi* (Fig. 7, Taf. XV, im systemat. Teil) — am Anfang der Rückenflosse (ihre isolierten, rostrad verlagerten Strahlen dabei nicht mitgerechnet) mehrere, bei *C. Couesi* drei eigentümliche kurz gestielte, keulen- oder birnförmige schwarze Gebilde, die als Karunkeln gewöhnlich bezeichnet werden. Das eine größere liegt median, je ein kleineres neben ihm. Am distalen Ende ist die Oberfläche eingesenkt, und schon die makroskopische Betrachtung führt zu der Ansicht, daß hier eine Oeffnung des Gebildes vorhanden ist. Wie die weitere Untersuchung des einen seitlichen gelehrt hat, handelt es sich hier um ganz ähnliche Organe wie die Tentakelorgane. Auch sie sitzen in einer Anschwellung des Endes eines Strahles.

Bei den *Ceratiiden* fehlen derartige Organe gänzlich.

Die Untersuchung beschränkte sich nicht nur auf die Organe, sondern sie führte von selbst auch zu ihren Trägern, den Tentakeln. Um über einige schwer verständliche Punkte Klarheit zu gewinnen, habe ich auch die Tentakel von *Lophius* einer genaueren Prüfung unterworfen. Gern hätte ich auch noch das centrale Nervensystem und besonders die sehr interessanten riesigen Ganglienzellen, die dem Ende des Nachhirns und dem Anfang des Rückenmarkes außen aufgelagert sind, näher untersucht, aber ich mußte hierauf wie auf viele andere interessante Verhältnisse, die die *Pediculaten* bieten, aus Mangel an Zeit verzichten.

In der Darstellung will ich zunächst die Tentakelorgane und die ihnen nahe stehenden Karunkeln von *C. Couesi* und dann die Tentakel selbst behandeln.

a) Die Tentakelorgane.

24. Das Tentakelorgan von *Gigantactis Vanhoeffeni* und *Oneirodes niger*.

(Taf. XXXI, Fig. 18, 19.)

Im systematischen Teil ist auf Taf. XV, Fig. 9 das Ende des sehr langen Tentakels von *Gigantactis* in stärkerer Vergrößerung wiedergegeben. Am Ende schwillt er zu einer spindelförmigen Verdickung an. Das Ende selbst wird von einem Büschel von Fäden gebildet, die jedenfalls, da Nervenäste in sie eindringen, als Tastorgane aufzufassen sind. Auf der Oberfläche der Verdickung sieht man einmal kleine Stacheln, wie sie den ganzen Körper bedecken, und weiter eigentümliche pilzhutförmige Körper in großer Menge, die nur hier sich finden. Die Stacheln sind, wie die Untersuchung lehrt, starre, kegelförmige Papillen des Coriums (Fig. 18, *sta*). Die sie überziehende Epidermis war abgerieben. Nervenfasern habe ich in diese Papillen nicht eintreten sehen. Die pilzhutförmigen Körper (Fig. 18, *tpa*) besitzen nahe ihrer Oberfläche eine dünne Pigmentschicht. Sie sind weich, bestehen aus lockerem Bindegewebe, wie es sich in der ganzen Wand der Anschwellung des Tentakels findet. Da Nervenfasern (*n*) in sie eindringen, dürfte es sich wohl um Tastorgane handeln. Im Innern der Anschwellung liegt das Tentakelorgan. Bei dem Fig. 9, Taf. XV abgebildeten Exemplar schien nach außen sein schwarzer Pigmentmantel wegen der stärkeren Pigmentierung des Tieres nicht so stark durch wie bei dem untersuchten, dessen Haut weniger pigmentiert war.

Das Organ ist kuglig. Außer an der dorsalen Wand (den Tentakel noch vorn gerichtet angenommen) ist es von einem dicken Pigmentmantel umschlossen. Diesem liegt auf der Innenseite ein sehr breiter Reflektor an. Er besteht aus spindelförmigen Zellen (Fig. 19, *r*), die in

koncentrischen Schichten gelagert sind. Die Zellen erscheinen blaß, die Kerne sind länglich. Bei auffallendem Licht war ein Glanz nicht erkennbar. Da ein solcher auch nicht in andern Fällen beobachtet wurde, in denen es sich zweifellos um einen Reflektor handelte, so würde dieser Mangel noch nicht gegen die gegebene Deutung dieser Schicht sprechen. Es wäre auch möglich, daß der Reflektor noch nicht fertig ausgebildet war, aber dagegen spricht der Umstand, daß die Drüse, die den Hauptteil des Organs ausmacht, bereits in voller Funktion ist. Die Drüse ist gegen den Reflektor abgegrenzt durch eine bindegewebige Hülle (Fig. 19, *b*). Diese bildet Septen, die centrad vorspringen und den Innenraum in Taschen sondern. Die Wände sind von Drüsenzellen ausgekleidet (Fig. 18, 19, *dr*), die meist cylindrisch oder kubisch sind. Der Zellinhalt besteht aus feinen Körnern, der runde Kern liegt basal, aber nicht in einer körnerfreien Schicht, wie in den typischen Drüsenzellen der meisten Leuchtorgane. Das Epithel ist einschichtig, aber auf den Schnitten erscheint es in den meisten Taschen mehrschichtig, und die am meisten nach innen gelagerten Zellen erscheinen dann rund. Zum Teil handelt es sich hier sicher um angeschnittene Zellen der benachbarten Wandungen, zum Teil aber sind es fraglos solche, welche sich aus dem Verbande abgelöst haben, frei geworden sind und dann durch Platzen ihr Sekret entleeren. Ich schließe dieses daraus, daß einmal das weite Lumen der Drüse mit denselben Körnern dicht erfüllt ist, welche den Zellinhalt bilden, und weiter daraus, daß zum Teil im Innern, zumeist nahe dem Rande des Epithels freie Zellen liegen, deren Ablösung kaum durch künstlichen Druck bewirkt sein dürfte. Die Oeffnung (*oe*[1]) ist eng. Sie führt nicht direkt nach außen, sondern zunächst in einen Vorraum (*vr*), der breit, aber flach ist, und aus ihm führt dann ein breiterer, kaminartiger Kanal nach außen. Dieser und auch der Vorraum sind mit niedrigem Epithel (Fig. 18, 19, *ep*) ausgekleidet, das sich auch auf die Innenwand der Drüse noch eine Strecke weit fortsetzt. Auch diese Räume sind mit körnigem Sekret dicht erfüllt.

Die Ränder der Oeffnung sind durch dichtere Fügung der bindegewebigen Hülle (Fig. 19, *b*) verstärkt, und ebenso zeigen die Wände des Kamins eine Versteifung dadurch, daß hier die Bindegewebsfasern radiär angeordnet sind (Fig. 18). Von den Rändern der Oeffnung ziehen durch die Höhle schräg nach den gegenüberliegenden Wänden breitere Stränge oder Septen (Fig. 19, *sep*, Fig. 18), die aus spindelförmigen Zellen zusammengesetzt sind. Es dürften wahrscheinlich auch bindegewebige Zellen sein. Diese Septen verbinden sich scheinbar mit andern, von der Wand ins Innere vorspringenden.

Außen vom Pigmentmantel liegt noch eine Schicht, deren Fasern netzartig verflochten erscheinen und die eine festere Hülle noch um das ganze Organ bilden. Gegen die Oeffnung hin verstreicht sie allmählich.

Blutgefäße dringen an verschiedenen Stellen ein; die der Oeffnung gegenüberliegende Wand wird von einer stärkeren Arterie durchsetzt. Sie durchziehen in verschiedenen Richtungen den Reflektor und dringen überall in die Septen ein. Dagegen habe ich mich vergeblich bemüht, eine Innervierung des Organs feststellen zu können. Es wäre ja immerhin noch möglich, daß mir trotz genauer Durchmusterung der Schnitte feine Aeste entgangen wären, aber das ist sicher, daß ein stärkerer Nerv, wie man ihn bei einem so großen Organ erwarten muß, nicht eindringt.

Der Bau des Organs, besonders die Gestaltung der Oeffnung legt die Vermutung nahe,

es möchte sich hier um eine Spritzdrüse handeln. Man sollte dann Muskeln erwarten, von solchen habe ich aber nichts auffinden können.

Das Tentakelorgan von *Oneirodes niger* scheint dem beschriebenen sehr ähnlich gebaut zu sein. Das untersuchte Exemplar war nur 1,3 cm lang, und das Organ entschieden noch nicht auf der Höhe der Ausbildung. Die Drüsenwandung war noch viel stärker in radiär gestellte Falten gelegt. Eine weitere centrale Höhle war noch nicht vorhanden. Der Ausführungsgang ging hier nicht von der Mitte der dorsalen Wand aus, sondern von der rostalen Seite. Der Reflektor und Pigmentmantel zeigten dasselbe Bild, nur waren die Zellen des ersteren histologisch noch weniger differenziert als bei *Gigantactis*. Ein größerer Unterschied (Fig. 2, Taf. XLIV) liegt darin, daß hier das Organ nicht wie bei jener Gattung vor der Spitze des knöchernen Strahles liegt, sondern von ihm noch durchsetzt wird. Von der ventralen Seite aus durchzieht er das Organ in schräger Richtung bis zu seiner dorsalen Wand und buchtet diese etwas nach außen vor. Das Organ hat sich also an der Spitze des Strahles entwickelt. Tastfäden oder Tastpapillen wie bei *Gigantactis* sind nicht vorhanden, dagegen einige steifere größere Fortsätze, die wahrscheinlich noch nicht ihre volle Länge und Differenzierung erreicht haben dürften.

Die eigentümlichen Karunkeln von *Ceratias Couesi* am Anfang der zusammenhängenden Rückenflosse schließen sich, nach der einen seitlichen, welche ich untersucht habe, zu urteilen, ganz an die Tentakelorgane an. Leider war die Konservierung keine günstige. So waren die Drüsenzellen fast alle zerstört, und auch der in der Fig. 17, Taf. XXXII gezeichnete Spaltraum, der die Drüse außen umgibt, dürfte auf eine Schrumpfung zurückzuführen sein. Immerhin war die Erhaltung noch eine genügende, um die große Uebereinstimmung im Bau mit dem Tentakelorgan von *Gigantactis* sicher behaupten zu können. Die Figur ist eine Kombination aus mehreren Sagittalschnitten durch die Karunkel. Sie wird auch von einem knöchernen Strahl (*str*) gestützt. Wahrscheinlich handelt es sich auch hier um einen Strahl der Rückenflosse. Wenn es der Fall ist, müßte er aus der Reihe der andern seitlich verlagert sein. Ich konnte es nicht entscheiden, weil ich die Flosse nicht verletzen durfte. Er endet noch vor der Basis des Organs wie bei *Gigantactis*. Das letztere ist kuglig, von einem Pigmentmantel umschlossen. Ihm liegt zunächst auf seiner Innenseite eine dünne Schicht (*b*) an, die ich nach den Präparaten nicht als Reflektor deuten möchte, sondern als gewöhnliches Bindegewebe. In ihr verlaufen außerordentlich zahlreiche Blutgefäße. Dann folgt die Drüse. Zahlreiche bindegewebige Septen drängen ihre Wand in das weite Lumen vor. Vereinzelt saßen ihnen noch Drüsenzellen an, andere lagen in dem Lumen, alle aber machten einen durch Maceration deformierten Eindruck. Die Oeffnung ist in der Mitte der dorsalen Wand gelegen, sie führt aber nicht erst in einen Vorraum, sondern durch einen engen Kanal direkt nach außen. In der Wand der Karunkel liegen Stacheln, die auf der rostralen Fläche größer und zahlreicher sind als auf der caudalen. Ein großes Gefäß (*bl*) dringt in die Karunkel ein, verzweigt sich bald und durchbricht mit vielen Aesten den Pigmentmantel. Diese verbreiten sich dann in der bindegewebigen Schicht und in ihren Septen. Auch ein Nerv (*n*) läßt sich bis zum Pigmentmantel leicht verfolgen, hier teilt er sich in mehrere Zweige. Die meisten ziehen sicher außen um das Organ herum, nur an einer Stelle habe ich einen dünnen Ast in schräger Richtung in den Pigmentmantel eindringen sehen. Weiter konnte ich ihn aber nicht verfolgen.

25. Die Tentakelorgane von *Chaunax pictus* und *Halicmetus ruber*.

(Taf. XXXII, Fig. 9, 10.)

Die Tentakelorgane von *Chaunax* und den *Malthiden* bieten makroskopisch, wie schon oben hervorgehoben wurde, ein wesentlich anderes Bild als die der pelagischen *Pediculaten* dar. Der das Organ tragende Tentakel ist stets sehr kurz, das Organ stets unpigmentiert. Die verschiedenen Gattungen zeigen eine sehr verschiedene Lage, entweder liegt es wie z. B. bei *Chaunax*, *Malthopsis* frei auf der Stirn, oder es rückt wie z. B. bei *Dibranchus*, *Halicmetus* in eine Stirnhöhle (vgl. die Figuren in CHUN, 1903, p. 568). Geradezu monströs ist diese Höhle und das Organ bei der von der Valdivia-Expedition neu entdeckten Gattung *Coelophrys* (Fig. 3, Taf. XVI im systemat. Teil). Ebenso wechselt die Form. Bei *Chaunax* erscheint das Tentakelende wie eine Troddel, bei den andern ist es kompakter, meist dreilappig, bei *Coelophrys* ist es eine dicke, wulstige Masse, die mehrfach gelappt ist.

Ich habe *Chaunax pictus* und *Halicmetus ruber* untersucht. Die beiden Exemplare von *Chaunax*, deren Organ ich geschnitten habe, waren leider nicht gut erhalten. Zwar war die histologische Struktur wohl erkennbar, aber die Spitzen des Organs waren abgerieben und zerrissen. Ich muß deshalb auf die Wiedergabe eines Bildes verzichten und kann auch die wenigen Angaben nur mit großer Vorsicht geben. Sicher läßt sich nur behaupten, daß das Organ von einer großen Anzahl von Drüsenschläuchen gebildet wird, und die Drüsenzellen ein einschichtiges Cylinderepithel bilden. Ob aber, wie die Präparate vermuten lassen, jeder Drüsenschlauch für sich nach außen mündet, oder ob mehrere oder gar alle sich vereinigen, und dementsprechend mehrere oder nur eine Oeffnung vorhanden ist, kann ich nicht entscheiden.

Infolge der geschützten Lage in der Stirnhöhle war das Organ von *Halicmetus* fast unverletzt, so daß ich eine eingehendere Beschreibung geben kann. Das Exemplar war 5,5 cm lang.

Wenn man die Wände der Stirnhöhle abschneidet, so hat man folgendes Bild. Der kurze Stiel beginnt an der hintern Wand der Höhle, senkt sich dann etwas abwärts und verbreitert sich zu einer Scheibe, in der das Tentakelorgan gelegen ist. Von vorn gesehen erscheint die Scheibe als eine dreilappige weiche Masse. Der eine unpaare Lappen nimmt die dorsale Hälfte ein, die beiden andern liegen links und rechts. Die Lappen sind aber nur durch schwache Einkerbungen der Oberfläche voneinander abgesetzt. Besonders wenn man die hintere Fläche der Scheibe betrachtet, fallen sie so wenig auf, daß man sie als eine dreieckige, ungelappte Masse bezeichnen würde. Der Stiel dringt nicht genau in der Mitte, sondern in der dorsalen Hälfte in die Scheibe ein. Am ganzen ventralen Rand springt eine dünne Falte vorhangartig vor und erstreckt sich an den Seitenkanten auch noch etwas dorsad. Eine ähnliche, aber viel kürzere blattförmige Falte liegt in der Mitte des dorsalen Randes. Unter ihr findet sich eine Vorwulstung, die aber nur durch einen Drüsenlappen veranlaßt wird. Auch zwei turmartige Vorbuchtungen in der dorsalen Hälfte sind von solchen ausgefüllt, sie haben aber dadurch eine größere Bedeutung, daß zwischen ihnen, von einem membranartigen Dach überwölbt, an der hinteren Wand die spaltförmige Oeffnung des Organs gelegen ist. Bei durchfallendem Licht sieht man, daß das Innere der Scheibe von zahlreichen, radiär angeordneten, zum Teil verzweigten Schläuchen erfüllt ist. Die ganze Scheibe erscheint unpigmentiert, im Alkohol weißgelblich.

Das Tentakelorgan (Fig. 9, Taf. XXXII) ist eine aus vielen radiär angeordneten und zum Teil verzweigten Schläuchen bestehende Drüse. Die Schläuche münden alle oder fast alle in einen großen Sinus (*cs*), der das Organ in der Mitte dorsoventral durchzieht. Er hat eine weite, schlitzartige Oeffnung (*oe*), die in der dorsalen Hälfte der hinteren Wand der Scheibe in der Mitte gelegen und durch einen Lappen überdeckt wird. Die meisten Schläuche münden sicher in den Sinus ein; bei einigen (*dr*^{1}) ist ein Zweifel möglich, da sie nahe der Hauptöffnung ausmünden und von dieser durch eine wenn auch kleine Zone, die mit indifferentem Epithel bekleidet ist, getrennt sind. Das Epithel der Schläuche wird von cylindrischen Drüsenzellen (Fig. 10) gebildet. Der runde Kern liegt in der proximalen Hälfte. Das ganze Innere der Zellen ist von feinen Körnern erfüllt. Eine körnerfreie basale Zone ist nicht vorhanden. Irgendwelche Anzeichen dafür, daß die Entleerung des Sekrets mit einer Abstoßung von Zellen und ihrem Zerfall verbunden ist, fehlen. In der ventralen Partie erscheinen die Zellen etwas niedriger, der Inhalt heller, indessen möchte ich diesem Unterschied nicht die Bedeutung beilegen, daß es sich um eine andere Art von Zellen handelt, sondern ihn vielmehr der verschiedenen Einwirkung der Konservierungsflüssigkeiten zuschreiben. Denn der Uebergang zwischen den zwei Zellformen ist ein ganz allmählicher und oft in einem und demselben Schlauche vorhanden.

Außen sind die Drüsenschläuche von einer bindegewebigen Hülle (Fig. 10, *b*) umschlossen. An der Oeffnung ist das Drüsenepithel scharf von der Epidermis abgesetzt. Soweit letztere erhalten ist, besitzt sie keine Besonderheiten. Sinnesorgane habe ich nicht in ihr, auch nicht in den vorhangartigen Membranen (*m*) gefunden. Pigment fehlt in den Organen sowohl von jungen wie von älteren Exemplaren ganz. Blutgefäße (*bl*) bilden besonders am Stiel der Scheibe größere Sinusse und verbreiten sich auch zwischen den Drüsenschläuchen in größerer Zahl.

In den Tentakel dringen zwei Nerven (*n*), auf deren Ursprung ich später noch eingehe. Sie senden Zweige auch zwischen die Drüsenschläuche, doch konnte ich nicht feststellen, ob sie zu der Drüse in engerer Beziehung stehen.

v. Lendenfeld (1905) hat das Tentakelorgan von *Malthopsis spinulosa* untersucht. Seine wenig eingehende Beschreibung läßt erkennen, daß dasselbe auch aus vielfach verzweigten Drüsenschläuchen, deren Wände von Cylinderzellen ausgekleidet sind, sich aufbaut. Von einer Oeffnung der Drüse erwähnt er nichts; es ist aber sehr wahrscheinlich, daß die Verhältnisse ganz ähnliche sein werden wie bei *Halicmetus*.

b) Die Tentakel.

Der „Tentakel" der Pediculaten-Familien, an deren Enden das Tentakelorgan sitzt, ist morphologisch nichts anderes als der erste Strahl der Rückenflosse, welcher von ihr abgegliedert und verschieden weit nach vorn verschoben ist.

An einem gewöhnlichen Strahl der Rückenflosse unterscheidet man den „Träger" und den ihm aufsitzenden eigentlichen „Strahl". Der erstere ist in der Regel kurz, meist vertikal oder etwas schräg nach hinten gestellt. Er ist knorplig angelegt. Der Strahl ist nicht knorplig angelegt und ist in seiner Lage veränderlich und zwar durch vier gerade und zwei schiefe Muskeln. Von den ersteren inseriert das erste Paar vorn am Strahl und bewirkt sein Aufrichten, das letzte Paar setzt sich an der hintern Fläche an und senkt ihn. Die beiden schiefen richten ihn seitlich. Die Muskeln werden von dorsalen Aesten der Spinalnerven innerviert.

Um die Darstellung der Verhältnisse, die der zum Tentakel umgewandelte Strahl bietet, zu erleichtern, will ich zunächst die Skeletteile berücksichtigen und zwar nur das Bild schildern, das zum Teil Präparationen, zum Teil Rekonstruktionen aus Schnittserien bieten, und dann erst auf den feineren Bau des Tentakels, seine Muskeln, seine Innervierung, und auf andere Verhältnisse eingehen, die durch diese Umwandlung und Verlagerung des ersten Strahls entstanden sind und zum Teil sehr stark den Bau des Kopfes beeinflußt haben.

Bei *Oneirodes* (Taf. XLIV, Fig. 2, Seitenansicht) finden wir folgendes. Der Tentakel besteht hier aus drei Teilen: 1) dem Träger *tr*, 2) dem eigentlichen Strahl *str*, und 3) aus einem kleinen Knochenstück *str*^{1}), welches dem Träger etwa auf der Grenze seines ersten und zweiten Drittels aufliegt. Der Träger ist der längste Teil. Er ist im Ganzen als ein rundlicher knorpliger Stab zu bezeichnen, der in den hintern zwei Dritteln ziemlich gleich dick, im vordern schlanker gebaut ist. Das hintere Ende ist unter einem rechten Winkel hakenförmig aufwärts gebogen. Das letzte Drittel des Stabes ist ein wenig dorsad gekrümmt. Auf der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Drittel findet sich eine kleine, gratartige Erhebung und endlich ist die vorderste Spitze etwas dorsoventral verbreitert und wieder etwas hakenartig nach oben gekrümmt. Fast der ganze Träger liegt auf dem Schädeldach, unter der Haut verborgen, nur das vordere Ende drängt die Haut etwas empor. Wie die Fig. 3, Taf. XLIV besser erkennen läßt, liegt der Träger in einer starken und breiten Vertiefung des vordern Teils des Schädeldaches, aber völlig dorsal von ihm.

Der zweite Teil, der Strahl (in der Fig. 3 nicht eingezeichnet), ist ein einfacher knöcherner Stab, der gegen die Spitze allmählich an Dicke verliert. Mit dem distalen Ende durchbohrt er, wie schon oben erwähnt wurde, die Drüse des Tentakelorgans. Das proximale Ende ist (in der Figur nicht sichtbar) in zwei kurze Spitzen gespalten, und ist von einem dicken bindegewebigen Polster umhüllt, und dieses ruht in der durch die hakenförmige Erhebung des Trägers gebildeten Grube. Es geht aus dieser Lage schon hervor, daß eine Bewegung des Strahles nach aufwärts rückwärts in weitem Umfange möglich ist, daß dagegen eine Abwärtsbewegung durch das hakenförmige Ende des Trägers gehemmt wird, nur soweit möglich ist, bis der Strahl fast in einer Ebene mit dem Träger liegt.

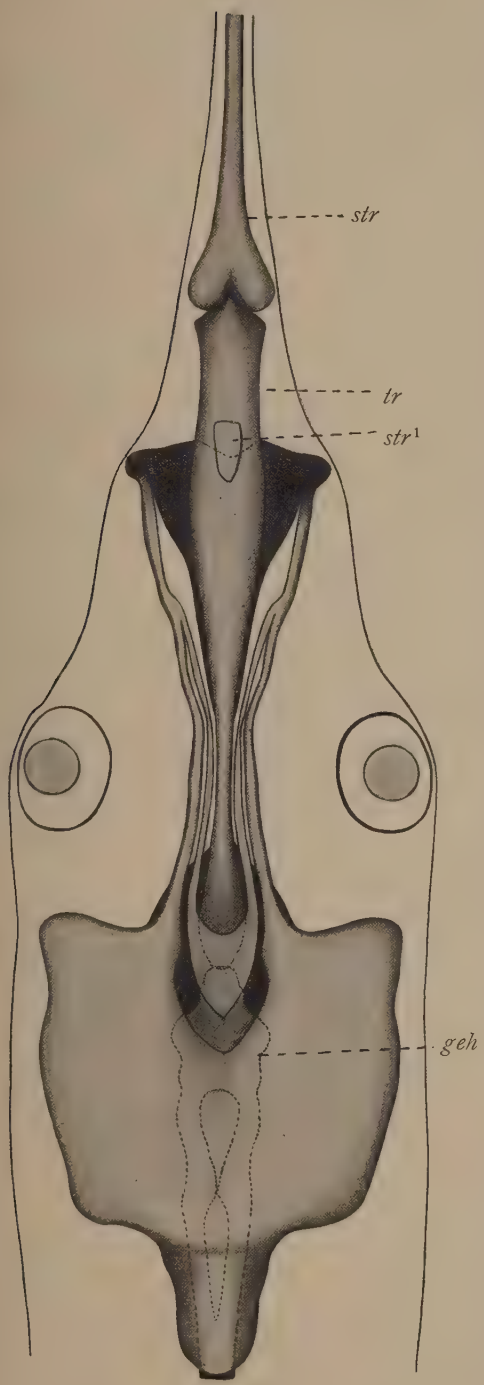
Das dritte Stück (*str*^{1}) ist das kleinste. Es ist im Ganzen rhombisch gestaltet, die Form ist aber derartig, daß es gleichsam auf dem erwähnten Grat des Trägers reitet.

Auch bei *Gigantactis* (Fig. I u. Fig. 1, Taf. XLIV) liegen die Verhältnisse, soweit der Tentakel in Betracht kommt sehr ähnlich wie bei *Oneirodes*. Auch hier haben wir wieder die genannten drei Teile, die hier aber, besonders der Träger (*tr*) und Strahl (*str*), bedeutend stärker ausgebildet sind. Der Träger ist im hinteren Ende keulenförmig gestaltet, nach vorn zu verjüngt er sich bedeutend, um dann in der vordern Hälfte in Bezug auf Stärke und Höhe wieder zu gewinnen und endlich gegen die Spitze rasch abzufallen. Die Spitze ist nicht gleichmäßig kegelförmig, sondern sie trägt eine gratartige Schneide, wie es besonders die Fig. 1, Taf. XLIV erkennen läßt. Auf dem Punkte der größten Höhe sitzt dem Träger der dritte Teil, ein kleines Knochenstück (*str*^{1}), auf.

In der Figur habe ich die Form des Trägers schematisiert, sie ist, wie ich nachher noch zeigen werde, viel komplizierter.

Der außerordentlich lange Strahl, der am Ende das Tentakelorgan trägt, ist am proximalen Ende stark keulenförmig verdickt und bildet hier zwei kurze Flügel, welche zwischen sich

Fig. I.



Rekonstruktion des Tentakels von *Gigantactis*. Vergr. 21.

die gratartige Schneide des Trägerendes fassen. Dadurch, daß die letztere noch etwas unter das Ende des Strahles greift (Fig. 1, Taf. XLIV), ist auch hier eine Abwärtskrümmung des letzteren über die Ebene des Trägers hinaus gehemmt, andererseits kann aber der Strahl nicht weiter aufwärts rückwärts geschlagen werden als bis er den hohen Rücken des Trägers erreicht.

Wenn man von diesen Verschiedenheiten absieht, so liegen im Prinzip soweit die Verhältnisse ähnlich wie bei *Oneirodes*, aber es sind andere wichtige Unterschiede vorhanden, wie die Fig. I und Fig. 1, Taf. XLIV sofort erkennen lassen, zunächst in Bezug auf die Lage des Trägers zum Schädel. Während bei *Oneirodes* er in seiner ganzen Länge außen dem Schädel aufliegt, ist hier sein hinteres Ende in den Schädel eingekeilt, ja es liegt fast seinem Boden auf und sogar noch etwas tiefer als die Spitze des Gehirns (*geh*). Weiter zeigt sich der Schädel von *Gigantactis* im vorderen Teil sehr stark verändert. Alle Teile sind außerordentlich in die Länge gezogen. Man vergleiche nur die Breite der Orbita bei beiden Formen (Fig. I u. Fig. 3, Taf. XLIV). Diese Veränderung dürfte sicher in Beziehung stehen zu der enormen Ausbildung des Tentakels und seiner Verlagerung bis an die Spitze der Schnauze. Der vorderste Schädelteil ist sozusagen zum Lager für den großen Tentakelapparat, speziell für den Träger umgebildet worden. Aber noch ein anderes Organ ist beeinflußt worden, nämlich das Gehirn. Bei *Oneirodes* beginnt die Spitze des Gehirns kurz hinter der Vertikale des hinteren Endes des Trägers, fast ebenso zwar bei *Gigantactis*, nur daß hier die gegenseitige Lage gerade die umgekehrte ist, d. h. das Trägerende tiefer als das Gehirn liegt, aber die Lage des Gehirns im Schädel ist eine ganz andere. Man betrachte nur die Lage des Auges bei beiden. Schon bei *Oneirodes* liegt die Spitze des Gehirns viel weiter zurück als bei gewöhnlichen Fischen. Die Fig. II p. 111 von *Aceratias* zeigt annähernd die normale Lage. Das Vorderhirn liegt hier auf der Vertikale der Augen, der Optikus zieht unter einem stumpfen Winkel zum Auge. Bei *Oneirodes* liegt das Vorderhirn auf der Vertikale des Hinterrandes des Auges, und bei *Gigantactis* (Fig. 1, *geh*) liegt es noch weiter zurück, nämlich auf der Vertikale mit dem vordern

Teil der Labyrinthregion, und der Optikus zieht unter einem sehr spitzen Winkel zum Auge. Die Veränderung der Lage der verschiedenen Teile zueinander illustriert auch sehr gut ein Querschnitt durch den Kopf von *Gigantactis*, der das Hinterende des Trägers getroffen hat (Fig. 5, Taf. XXXII). Das Schädeldach (*crd*) ist tief eingesenkt, unter ihm, direkt auf der Mitte des Bodens (*crv*) liegt das Ende des Trägers (*tr*), über ihm links und rechts zieht der Olfactorius (*olf*). Seitlich ist bereits die Labyrinthregion und ein Kanal angeschnitten, und ferner ist das Trigeminusganglion (*trg*) getroffen. Erst die nächsten Schnitte zeigen die Spitzen der Lobi olfactorii. Diese sonderbaren Verhältnisse sind wohl kaum anders als durch die starke Entwicklung des Tentakels und die Einkeilung des Trägers in den Schädel zu erklären. Dadurch ist das Gehirn nach hinten zurück- und, wie auch die Figuren erkennen lassen, zusammengedrängt worden.

Bei *Halicmetus* sind nur zwei Teile vorhanden, der Träger (Fig. 9, Taf. XXXII, *tr*) und der Strahl (*str*). Beide Teile sind kurz. Der erstere liegt dem Schädeldach vorn auf und senkt sich dann gegen die Tentakelnische. Der Strahl ist unter einem rechten Winkel eingeknickt, der kurze Schenkel liegt horizontal, mit seinem hintern Ende direkt vor der Spitze des Trägers. Der Strahl endet unter der Oeffnung der Drüse.

Aehnlich wie bei *Halicmetus* scheinen die Verhältnisse bei *Chaunax* zu liegen. Ich habe sie nur makroskopisch untersucht.

Für die übrigen *Ceratiiden* liegt bis jetzt eine genauere Untersuchung des Tentakels nicht vor. Es scheint, daß bei allen außer *Dolopichthys* (GARMAN) der Tentakel ähnlich zusammengesetzt ist wie bei *Gigantactis* und *Oneirodes*, d. h. aus zwei Hauptstücken besteht. Ob das dritte kleine Stück vorhanden ist, läßt sich natürlich, da es ganz von der Haut bedeckt ist, ohne nähere Untersuchung nicht entscheiden. Bei *Dolopichthys* soll nach GARMAN der Strahl aus zwei gegeneinander beweglichen Stücken bestehen. Die beigegebenen Figuren, die zum Teil makroskopische Präparate darstellen, zeigen zwar die Teilung des Strahles deutlich, aber ich kann doch keinen klaren Einblick in die Zusammensetzung der Skeletteile und besonders der Muskulatur erlangen, zumal die Erklärung der Figuren sehr wenig eingehend ist. Mir erscheint die Angabe deshalb noch eine Nachprüfung zu verlangen, weil man nicht verstehen kann, woher die Teilung des sonst stets einfachen knöchernen Strahles kommen soll. Auch von gewöhnlichen Flossenstrahlen ist, soweit ich weiß, bis jetzt nie ein Zerfall in zwei Stücke, die gegeneinander beweglich sind, bekannt geworden.

Bei den *Aceratiiden*, bei welchen äußerlich von einem Tentakel nichts zu sehen ist, sind, wie die Untersuchung eines Exemplars von *Aceratias macrorhinus* (Rekonstr. Fig. II), lehrte, noch Reste vorhanden, aber nur der Träger; er ist ein hantelförmig gestalteter Stab und liegt dem Schädeldach auf. Wie schon oben kurz erwähnt wurde, zeigen hier der Schädel, das Gehirn u. a. in Bezug auf ihre Gestalt und Lage keine Veränderungen.

Der Bau des Tentakels. Bei *Oneirodes* (Taf. XXXII, Fig. 7, 8) besteht der Träger aus Knorpel, der von einem dünnen Knochenbelag überzogen ist. Der letztere bildet dorsal und ventral eine vertikal gestaltete Lamelle (Fig. 7, 8, *tr*). Dort, wo das kleine, ganz knöcherne Stück aufliegt (*str*^{1}), ist die dorsale Lamelle höher, am Vorderende dagegen die ventrale (Fig. 8). Der Strahl ist ein massiver Knochenstab, der nur am Hinterende eine Aushöhlung zeigt.

Bei *Gigantactis* ist der Kern des Trägers ebenfalls knorplig. Das hintere Ende besitzt nur einen einfachen dünnen, knöchernen Belag (Fig. 5, Taf. XXXII, *tr*). Weiter rostrad ist der

knöcherne Teil stärker entwickelt, und zwar in Form eines sehr zierlichen Trabekelwerks. Radiäre Leisten oder richtiger radiär gestellte dünne Lamellen sind durch meist koncentrisch angeordnete Querwände miteinander verbunden. Verfolgt man den Träger von hinten nach vorn, so ist das Fachwerk anfangs (Fig. 4), besonders in dem Abschnitt, in dem sich der Träger dorsad stark wölbt, auf der dorsalen Seite stärker entwickelt als auf der ventralen, weiter nach vorn zu wird

Fig. II.

Aceratias. Vergr. 27.

es symmetrischer und bildet im Querschnitt (Fig. 3) eine vierstrahlige Figur. Am Vorderende, das sich senkt und unter und zwischen die Gabel des hinteren Endes des Strahles (Fig. 2, *str*) schiebt, ist die Entwicklung ventral stärker als dorsal (Fig. 2, *tr*) und endlich die Spitze ist wie das Hinterende nur von einem einfachen Knochenbelag (Fig. 1), von dem nur kleine Leistchen abgehen, bedeckt. Die peripheren Enden des Balkenwerkes sind durch festeres, faseriges Gewebe miteinander verbunden, so daß, wenn man den Träger im Ganzen herauspräpariert, er eine runde oder kantige Form zeigt und massiv erscheint.

Der Strahl zeigt, wie aus den Fig. 20—24, Taf. XXXI und Fig. 1 und 2, Taf. XXXII, *str*, welche einander in verschiedenen Abständen von vorn nach hinten folgende Querschnitte darstellen, zu ersehen ist, im Allgemeinen denselben Bau wie der Träger. Die Spitze (Fig. 20) ist massiv oder enthält nur wenige dünne Kanäle. Je weiter man aber caudal die Serie verfolgt, um so stärker bildet sich um einen massiven Kern ein Trabekelwerk aus. In dem größten Abschnitt ist es wieder vierstrahlig angeordnet. Gegen das hintere Ende wird das Maschenwerk wieder dichter und weniger umfangreich, aber auch noch in den beiden Teilen der Gabel besteht der Strahl aus Lamellen, die durch andere senkrecht stehende miteinander verbunden sind. Was aber den Strahl wesentlich vom Träger unterscheidet, ist, daß er vollständig, auch im Kerne, knöchern ist, Knorpel nirgends vorhanden ist.

Das dritte Stück, welches dem Träger auf seiner höchsten Stelle aufsitzt (Fig. 4, Taf. XXXII, *str*^{1}) ist ebenfalls ganz knöchern und besteht ebenfalls aus einem Trabekelwerk. Es scheint, als ob es im Querschnitt dreiseitig ist und die Basis, die dem Träger anliegt, etwas konkav gestaltet ist, aber ich kann keine sichere Angabe machen, weil es mir etwas verdrückt zu sein scheint.

Bei *Halicmetus* ist die knöcherne Umkleidung des knorpligen Kerns des Trägers bedeutend stärker. Der ganz knöcherne Strahl (Fig. 9, *str*) zeigt ein, wenn auch wenig stark ausgebildetes Balkenwerk.

Muskulatur. Bei *Gigantactis* stehen, soweit ich durch die Rekonstruktion aus einer Serie von Querschnitten — das Exemplar, das ich untersuchen konnte, war leider stark geschunden — ermitteln konnte, zum Tentakelapparat vier Paare von Muskeln in Beziehung. Zwei Paare von Längsmuskeln (*mu*, *mu*^{1}) entspringen am Hinterende des Trägers, das eine dorsal, das andere ventral. Das letztere beginnt etwas mehr rostrad vom ersteren. Beide ziehen parallel dem Träger nach vorn (Taf. XXXII, Fig. 4 und Taf. XLIV, Fig. 1, *mu*, *mu*^{1}), und heften sich mit ihren Sehnen (Fig. 1—3, *mus*, *mus*^{1}) am Hinterende des Strahls an, das eine Paar dorsal, das andere ventral, so daß durch die Kontraktion dieser Muskeln eine Aufrichtung oder Senkung des Strahls bewirkt wird.

Die beiden andern Paare stehen mit dem kleinen Knochenstück, das auf dem Träger reitet, in Verbindung. Das eine (Taf. XXXII, Fig 4 und Taf. XLIV, Fig. 1, *mu*^{2}) geht von der Seite des Schädelbodens aus, zieht schräg mediad-dorsad und setzt sich vorn am dorsalen Rande des genannten Knochenstücks fest. Das andere Paar (Taf. XLIV, Fig. 1, *mu*^{3}) war leider zum Teil zerrissen, aber es läßt sich doch ziemlich sicher sagen, daß es weiter caudal vom Dach des Schädels entspringt, nach vorn parallel dem Träger zieht und sich mit seiner Sehne hinten an jenem Knochenstück festsetzt.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt die Muskulatur bei *Oneirodes*, für die Bewegung des Strahles vier Längsmuskeln (Taf. XXXII, Fig. 7, 8 und Taf. XLIV, Fig. 2, 3, *mu*^{1}, *mu*^{2}) und für die Bewegung des kleinen Knochenstücks auf dem Träger ebenfalls zwei Paare (*mu*^{2} u. *mu*^{3}), deren Ursprung und Ende dieselben sind. Außer diesen ist noch ein Paar von Längsmuskeln vorhanden, das vorn vom Dach des Schädels ausgeht und sich hinten an der Spitze des hakenförmigen Hinterendes des Trägers (*mu*^{4}) ansetzt.

Bei *Halicmetus* habe ich nur zwei Paare von Längsmuskeln gefunden, die den Strahl und damit die Drüse senken und heben. In der Fig. 9, Taf. XXXII ist nur der ventrale, *mu*, gezeichnet. v. LENDENFELD (1905) beschreibt für *Malthopsis* nur ein Paar von Längsmuskeln,

das als Retraktor dienen soll; die Angabe dürfte wohl nicht richtig sein und die Verhältnisse dieselben sein wie bei *Halicmetus*.

Interessant ist, daß auch bei *Aceratias* noch sechs Paare von Muskeln vorhanden sind. Für die beiden Längsmuskeln, welche vom Trägerende ausgehen, sind die Insertionspunkte, da der Strahl gänzlich fehlt, aber andere. Das ventrale Paar endet vorn am Träger, das dorsale dagegen am Schädeldach. Eine Bedeutung können sie nicht mehr haben. Die Muskeln, die sich mit dem kleinen Knochenstück auf dem Träger verbinden, zeigen keine Verschiedenheit.

Was endlich die Innervierung des Tentakelapparates betrifft, so geschieht sie in allen Fällen, auch bei *Aceratias*, in derselben Weise und zwar durch die dorsalen Aeste eines Spinalnerven. Infolge der außerordentlich starken Zusammendrängung der Nervenursprünge durch die starke Verkürzung des Rückenmarks, die für die gesamten Pediculaten außerordentlich charakteristisch zu sein scheint, ist es mir bei der Kombination der Schnitte nicht möglich gewesen, die einzelnen Aeste an ihrem Ursprung auseinander zu halten. Wenn man ein größeres Material zur Verfügung hat und besonders Serien für die Entscheidung dieses Punktes herstellen und modellieren kann, dürften sich die Schwierigkeiten überwinden lassen. Eine spezielle Untersuchung dieser Verhältnisse und des Nervensystems überhaupt bei *Lophius*, von dem man sich leicht ein größeres, gut konserviertes Material verschaffen kann, wäre sicher von großem Interesse und reich an interessanten Resultaten.

Meine Untersuchung hat bei *Gigantactis* folgendes ergeben. Der Ast, der zum Tentakelapparat in Beziehung steht, wendet sich nach seinem Austritt aus der Wirbelsäule sofort dorsad und zieht dann dorsal über den Schädel (Fig. 1—5, 7, 8, 11, 12, Taf. XXXII u. Fig. 20—24, Taf. XXXI u. Fig. 1, Taf. XLIV, *n*) nach vorn, gibt an die Muskeln Aeste ab, durchzieht aber den ganzen Tentakel bis zur Spitze und sendet hier feine Aeste in die Tastpapillen. Seine etwaigen Beziehungen zum Tentakelorgan habe ich früher bereits besprochen.

Der Nerv entspringt in der Gegend, wo der dorsalen Längsfurche der Medulla und des Anfangs des Rückenmarks riesige Ganglienzellen aufsitzen (Fig. 6, Taf. XXXII; Fig. 1, Taf. XLIV, *gz*). Diese riesigen Ganglienzellen sind zuerst von *Lophius* durch Fritsch (1884) bekannt geworden. Sie scheinen aber ebenso wie die starke Verkürzung des Rückenmarks für die ganze Familie der Pediculaten charakteristisch zu sein. Ich fand sie bei *Oneirodes*, *Gigantactis*, *Ceratias*, *Halicmetus* und auch bei *Aceratias*. Ihre Zahl ist bei allen nicht so groß wie bei *Lophius*. Bei *Aceratias* zählte ich nur 30, bei *Gigantactis* 50—54. Sie scheinen aber verhältnismäßig viel größer als bei *Lophius* zu sein. Es liegen gewöhnlich nur zwei bis vier nebeneinander, oft (Fig. 6) findet man auch nur eine, und infolgedessen ist ihr Gebiet in der Längsrichtung stark ausgedehnt (vgl. die Rekonstruktion von *Gigantactis* (Fig. 1, Taf. XLIV). Von den Zellen geht ein kräftiger Fortsatz ventrad ab und senkt sich in das Dach der Medulla und des Rückenmarks ein. Bei *Halicmetus* schien er zu einem großen Büschel von Dendriten in Beziehung zu stehen, aber eine genaue Verfolgung war mir auf den Querschnittserien nicht möglich, zumal außer ihnen noch die Fortsätze anderer großer Ganglienzellen das Bild verwirrten. Da der Tentakelnerv, wie erwähnt wurde, im Gebiet dieser riesigen Ganglienzellen entspringt, so liegt es nahe zu vermuten, daß beide in engster Beziehung stehen. Fritsch (1884) hat eine solche Ansicht für *Lophius* auch aufgestellt; nach ihm sollen ihre Fasern in die Bahnen des Trigeminus und Vagus eintreten.

Dieser Ansicht kann ich nicht beipflichten. Der Trigeminus hat sicher nichts mit der

Innervierung des Tentakelapparates zu tun. Es ist damit natürlich noch nicht entschieden, daß die Ausbildung der riesigen Ganglienzellen zu ihm Beziehung haben, indem sie dem Spinalnerven den Ursprung geben, der den Apparat innerviert. Das mag sein, aber ich muß bestreiten, daß sie nur mit diesem einen Nerven zu tun haben, daß sie eine spezifische Differenzierung darstellen, die durch die Ausbildung des Tentakelapparats bedingt ist, wie etwa die Riesenganglienzellen von *Malopterurus* oder der Lobus electricus des Torpedo durch die Ausbildung der elektrischen Organe. Das scheint mir dadurch begründet zu sein, daß der Nerv an ganz verschiedenen Stellen entspringen kann, z. B. bei *Gigantactis* etwa am Ende des ersten Drittels, bei *Oneirodes* dagegen am Ende des ganzen Bezirks dieser Zellen, weiter aber dadurch, daß derartige Riesenzellen keineswegs allein an der dorsalen Wand, sondern auch in der Medulla und im Rückenmark und auch an der ventralen Wand, wie es z. B. Fig. 6, Taf. XXXII von *Gigantactis* zeigt, liegen, und endlich, daß sie sich auch bei *Ceratias* finden, obwohl der Tentakelapparat fast ganz rückgebildet ist. Wenn man diese Verhältnisse beachtet und sich weiter erinnert, daß bei allen Pediculaten das Rückenmark ganz außerordentlich stark verkürzt ist, so möchte ich glauben, daß mit dieser Verkürzung auch die Ausbildung der Riesenganglienzellen in Verbindung zu bringen ist, d. h. daß die Zahl der Ganglienzellen verringert, ihre Größe aber gewachsen ist und daß sie durch die Verkürzung zum Teil außerhalb der Medulla und des Rückenmarks gedrängt sind. Ich möchte den Nerven für einen Rückenmarksnerven halten, und zwar für denjenigen, der den zum Tentakel umgewandelten Strahl bereits innerviert hat, als dieser noch nicht nach vorn auf den Kopf verschoben war. Durch diese Verschiebung und durch die starke Verkürzung des Rückenmarks ist auch er nach vorn verlängert, und infolge der starken Koncentration seine genaue Bestimmung erschwert.

Wenn man die über den Tentakelapparat gegebenen Mitteilungen übersieht, so wird die Deutung, daß man es hier mit abgetrennten, verlagerten und modifizierten Strahlen der Rückenflosse zu tun hat, als die richtige erscheinen. Es sind Flossenträger und Flossenstrahl vorhanden, die Nerven sind die dorsalen Aeste eines Spinalnerven, von den Muskeln sind zwei Paare von Längsmuskeln vorhanden, die zwar eine andere Lagerung zeigen, doch ist diese Verschiedenheit leicht durch die verschiedene Lage des Trägers zu erklären. Es fehlt allerdings das eine Paar schiefer Muskeln. Die starke Ausbildung des Trägers wird keinen Grund zu einem Einwand gegen die obige Bemerkung abgeben. Sie ist durch die größere Leistung des Tentakels bedingt. Endlich kann auch der eigentümliche Bau des Tentakels bei *Gigantactis* keine Schwierigkeiten bereiten. Dieses komplizierte Balkenwerk ist eine Erscheinung, die der Ausbildung von Luftkammern in den Schädelknochen des Elefanten, in den Knochen bei Vögeln u. a. analog ist und eine große Oberfläche ohne Vergrößerung des Gewichtes schafft, was im Falle massiver Ausbildung der Skeletteile unmöglich ist.

Aber trotzdem ist die gegebene Deutung der Teile des Tentakelapparates nicht ganz die richtige. Es ist noch ein Stück unbeachtet geblieben, nämlich das kleine Knochenstück mit seiner Muskulatur, das dem Träger bei *Gigantactis*, *Oneirodes* und *Ceratias* aufsitzt. Die Annahme, daß es nur ein vom Träger losgelöstes Stück ist, ist von vornherein unwahrscheinlich, weil die Entstehung der zwei Paare von kräftigen Muskeln damit nicht erklärt werden kann und weil es ferner rein knöchern ist. Meine Bemühungen, mit dem mir vorliegenden spärlichen Material zur Klarheit über dieses Knochenstück zu kommen, führten zu keinem Resultat. Die

Verhältnisse waren hier offenbar bereits zu stark sekundär verändert. Ich versuchte dann eine Aufklärung bei *Lophius piscatorius* zu finden, weil hier die Verhältnisse einfacher zu liegen schienen; denn hier sind noch bis zu fünf isolierte Tentakel vorhanden und diese sind ohne Weiteres als echte Flossenstrahlen zu erkennen. In der Tat glaube ich hier die Frage der Bedeutung jenes Knochenstücks gelöst zu haben. Ferner ergab die Untersuchung noch ein anderes wichtiges Resultat, das die Auffassung des Trägers des Tentakelapparates bei den anderen Formen betrifft. Das Material verdanke ich meinem Freunde Fritz Winter und Herrn Dr. Gonder, die es in Rovigno für mich sammelten und konservierten; ich sage ihnen auch hier meinen besten Dank.

Bei *Lophius piscatorius* sind fünf isolierte Strahlen vorhanden. Der erste und zweite liegen noch vor der Vertikale des vordern Augenrandes auf der Stirn, kurz hintereinander, der dritte kurz hinter der Vertikale des hintern Augenrandes, und die letzten beiden etwas näher zusammen, kurz vor den vereinigten Strahlen der Rückenflosse. Auf die Gestaltung der Fähnchen, die an den Enden der Strahlen sitzen, gehe ich nicht weiter ein. Ich will nur bemerken, daß meine Hoffnung, hier, besonders am Ende des ersten Strahls drüsige Organe oder wenigstens eine stärkere Ansammlung von Schleimzellen zu finden, nicht erfüllt wurde. Alle Strahlen liegen in einer länglichen Grube des Schädels (Fig. 18, Taf. XXXII). Bei allen besteht der Träger aus Knorpel mit dünner knöcherner Hülle, der Strahl dagegen ist ganz knöchern.

Bei der Darstellung beginne ich mit dem vierten Tentakel, da dieser nur wenige Verschiedenheiten von den gewöhnlichen Strahlen aufweist. Er hat noch einen kurzen Träger (Fig. 21), dieser ist horizontal gelagert. Am vordern Ende besitzt er eine hakenförmige Erhebung, und auf ihrer dorsalen konkaven Fläche reitet gleichsam der Strahl, indem er am proximalen Ende in zwei divergierende kurze Flügel ausläuft und mit ihnen das Vorderende des Trägers umfaßt. Der Haken ist offenbar eine Sperrvorrichtung, die verhindert, daß der Strahl nach vorn zu weit umgelegt wird.

Der dritte Tentakel unterscheidet sich vom vierten besonders durch die Gestalt des Trägers. Er ist länger, weiter ist der Haken bedeutend kräftiger ausgebildet und liegt in der Mitte des Trägers, nicht am Vorderende. Durch die stärkere Ausbildung sitzt der Strahl viel fester dem Träger auf, und die Leistung des Sperrhakens ist eine viel größere (Fig. 22). Es sind wie an jedem Flossenstrahl vier Längsmuskeln und zwei schiefe vorhanden (Fig. 18, *str*^{5}). Das erste Paar der Längsmuskeln geht vom rostralen Teil des Trägers aus, das zweite (in der Figur nicht gezeichnet) vom caudalen. Das erstere setzt sich vorn, das letztere hinten am proximalen Ende des Strahls fest. Das Paar der schiefen Muskeln geht vom Schädeldach aus und setzt sich an der Seite des Strahls an.

Während diese beiden Tentakel außer der stärkeren Ausbildung des Trägers im Wesentlichen noch dieselben Verhältnisse wie die gewöhnlichen Flossenstrahlen bieten, ist das Bild der beiden ersten Tentakel sehr verschieden. Hier ist für beide nur ein gemeinsamer, sehr großer Träger vorhanden (Fig. 18—20, *tr*). Er liegt horizontal in der schon genannten Längsfurche auf dem Interorbitalraum. In seinem caudalen Drittel ist er dorsoventral abgeplattet, das Ende und die Seiten sind abgerundet (Fig. 18, 19). Nahe der Grenze zwischen den beiden letzten Dritteln ist eine knotenförmige Verdickung vorhanden. In den vordern zwei Dritteln hat der Träger eine gratförmige Erhebung (Fig. 19). Sie ist am höchsten an zwei Punkten: auf der

Grenze des ersten und zweiten Drittels und am rostralen Ende. Hier ist sie ferner von einem Loch durchbohrt. Diesen beiden höchsten Punkten sitzen die beiden Strahlen (Fig. 20, *str*^{1}, *str*^{2}) auf. Jeder gabelt sich an seiner Basis in zwei kurze Flügel und mit ihnen umfassen sie die Schneide des Trägers. Die beiden Flügel des ersten Strahls sind an ihrer Spitze etwas mediad gebogen und greifen in das erwähnte Loch ein. Da außerdem beide Spitzen durch Bandmasse miteinander durch das Loch verbunden sind, so ist der erste Strahl in seiner Lage viel mehr gesichert als der zweite. Da an der Spitze die Schneide wieder etwas aufgebogen ist, so ist eine Senkung des Strahls nach vorn über die Schnauze nur bis zu einer gewissen Grenze möglich, nämlich nur soweit, bis der Strahl an diese Spitze stößt.

Während sonst jeder Strahl seinen eigenen Träger hat, ist hier ein gemeinsamer für zwei vorhanden. Dieser Unterschied ist entweder so zu erklären, daß die beiden ursprünglich getrennt gewesenen Träger miteinander verschmolzen sind, oder daß ein Träger rückgebildet ist und dann entweder der zweite auf den Träger des ersten verschoben ist, oder der erste auf den des zweiten. Die Entscheidung der Frage ist nur durch die Untersuchung jüngerer Stadien möglich, als sie mir zur Verfügung standen. Ich möchte mich auf Grund des Studiums der fertigen Verhältnisse für die Verschmelzung von zwei Trägern entscheiden. Ich werde dabei besonders bestimmt durch die Lage des zweiten Strahls auf der Grenze der beiden vordern Drittel des Trägers und durch die Verhältnisse, welche die zu ihrer Bewegung dienenden Muskeln zeigen.

Würde meine Ansicht richtig sein, so würde man auch den Träger des Tentakels bei *Gigantactis*, *Oneirodes*, *Ceratias* anders bewerten müssen als es oben geschehen ist, d. h. auch er dürfte durch Verschmelzung von zwei entstanden sein. Man wird einwenden, daß hier doch nur ein Strahl vorhanden ist. Das ist meiner Ansicht nach nicht der Fall. Auch hier sind zwei vorhanden, die dem einen Träger aufsitzen. Der zweite ist allerdings sehr kümmerlich entwickelt, er ist nämlich das kleine Knochenstück, welches in einiger Entfernung hinter dem ersten Strahl, der das Tentakelorgan trägt, auf einer gratartigen Erhebung des Trägers sitzt. Bei einigen Ceratiiden, z. B. bei *Paroneirodes*, sind zwei Tentakel vorhanden, die dicht hintereinander liegen, und es ist zu vermuten, daß der zweite dem genannten Knochenstückchen homolog ist, und beide wie bei *Lophius* die beiden ersten einem und demselben Träger aufsitzen.

In der Auffassung des Trägers und des Knochenstückchens werde ich bestärkt durch die Verhältnisse, die die Muskulatur bei *Lophius* und den übrigen zeigt. Der erste Strahl von *Lophius* wird nur von zwei Paaren von geraden Muskeln bewegt. Sie entspringen nahe dem Hinterende am Träger ganz so wie die gleichen des Tentakels von *Gigantactis* u. a., das dorsale Paar (Fig. 18) fast am Ende, das ventrale etwas mehr rostrad. Die Sehnen des ventralen greifen nach der vordern Seite der Gabel des Strahls über, die des dorsalen setzen sich auf ihrer hintern Fläche an. Der zweite Strahl (*str*^{2}), welcher die größte Länge von allen hat, besitzt eine weit reichere Muskulatur, nämlich vier Paare. Das eine Paar schiefer Muskeln hat dieselbe Lage wie beim dritten Strahl. Ein Paar von geraden setzt sich vorn und ein anderes hinten an der Gabel an; sie sind kurz. Das erstere entspringt etwa in der Mitte zwischen den beiden Strahlen seitlich vom Träger (Fig. 18, 20), das letztere hat eine breitere Ursprungsfläche auch seitlich am Träger unter und hinter dem zweiten Strahl (Fig. 20). Außerdem kommt noch ein sehr langer Muskel in Betracht (Fig. 18), der fast auf der Vertikale

des dritten Strahls von der Seitenwand der Längsfurche des Schädeldaches entspringt und sich hinten an der Gabel des zweiten Strahls festheftet. Da der erste Strahl nur zwei Paare von geraden Muskeln hat, das sonst vorhandene Paar schiefer ihm fehlt, am zweiten aber das zuletzt genannte überzählig ist, so möchte ich glauben, daß dieses eigentlich dem ersten Strahl zugehört, aber verlagert ist. Bei *Gigantactis*, *Oneirodes* hat der ausgebildete Strahl auch nur zwei Paare von geraden Muskeln, die schiefen fehlen. Sie sind rückgebildet oder aber sie sind vorhanden in dem gleich gelagerten, das vom Dache des Schädels zu dem Knochenstückchen zieht. Im Uebrigen hat das letztere das vordere Paar von geraden Muskeln nicht, sondern nur das hintere und das eine Paar schiefer von den beim zweiten Strahl von *Lophius* vorhandenen. Bei *Oneirodes* findet sich noch ein dritter Muskel, der vom Vorderteil des Schädeldaches zum Endhaken des Trägers zieht. Diesen vermag ich nicht zu deuten. Vielleicht ist es der eine gerade Muskel, der dem Rudiment des zweiten Strahls fehlt; er müßte dann aber seine Lage sehr verändert haben.

Daß das Rudiment bei den genannten Formen noch erhalten ist und bei zwei soweit auseinander stehenden wie *Gigantactis* und *Oneirodes* und noch eine so gut entwickelte Muskulatur besitzt, läßt vermuten, daß ihm noch eine wichtige Funktion zukommt. Vielleicht ist sie darin zu suchen, daß durch diesen Apparat der Träger, der durch keine Bandmasse mit dem Schädel verbunden ist, beim Aufrichten des Tentakels niedergehalten wird. Es ist mir wahrscheinlich, daß hierbei das Knochenstück auf der Schneide des Trägers sich vor- und rückwärts verschiebt.

Als Anhang möchte ich noch einige Beobachtungen über den Bau des Skelets von *Halicmetus* mitteilen, die ich nebenbei machte.

Für die Wirbel von *Monacanthus* und *Diodon* hat Goette (1879) beschrieben, daß ihre Wände aus „zarten radiären und sie verbindenden konzentrischen Knochenlamellen" bestehen, zwischen denen überall Hyalinknorpel liegt. In schwächerer Ausbildung kommt diese Knochenbildung auch bei andern Knochenfischen nach Goette vor, z. B. bei *Esox*, *Anguilla*, *Cyclopterus*, *Chironectes*. Einen ganz gleichen Bau, aber in noch stärkerer Ausbildung zeigt *Halicmetus*. Hier ist es aber nicht nur die Wirbelsäule, sondern auch der Schädel und die größeren Knochenplatten des Hautskelets. Die Fig. 12—16, Taf. XXXII geben Teile des Schädeldachs, der Schädelbasis am Anfang der Chorda und den Querschnitt durch einen der ersten Wirbel wieder. Auch hier bildet die knöcherne Substanz ein starkes Trabekelwerk, das wie besonders der Wirbel erkennen läßt, aus koncentrischen und radiären Lamellen besteht. Die Zwischenräume sind mit einer homogenen, mit Hämatoxylin schwach bläulich sich färbenden Schicht erfüllt, die hyalinem Knorpel sehr ähnelt. Für diese Deutung spricht weiter, daß Zellen, die man als Knorpelzellen bewerten könnte, allerdings sehr zerstreut in der Schicht liegen. Da ich aber in den Zwischenräumen der Lamellen in den Hautskeletplatten eine ganz ähnliche Schicht, wenn auch keine Zellen gefunden habe, so erscheint mir die Deutung, daß es sich um hyalinen Knorpel handelt, noch etwas bedenklich.

Außer den Zellen waren in der Schicht, die die Zwischenräume ausfüllte, noch sich rosa mit Eosin färbende faserartige Bildungen (Fig. 14, 15), die von einer gleich gefärbten Wandschicht ausgingen, vorhanden. Sie waren stets kernlos. Ob es sich hier um Schrumpfungen oder Faltungen einer dichteren Wandschicht handelt oder ob es besondere Differenzierungen sind,

muß ich dahin gestellt sein lassen. Ferner trifft man auch besonders in den peripheren Räumen Durchschnitte von Blutgefäßen an.

Mich interessierte dieser sehr feste Bau des Skelets besonders deshalb, weil er sich nur bei den Grundformen der Pediculaten scheinbar findet, dagegen bei den pelagischen Ceratiiden und verwandten das knöcherne Skelet sehr schwach ausgebildet ist.

Allgemeiner Teil.

1. Verbreitung der Leuchtorgane bei den Fischen.

Als „punti lucidi", „tubercoli lucidi", „apparecchio lucido" werden 1838 von Cocco die Leuchtorgane der Fische und zwar von *Gonostoma* und *Myctophum* zum ersten Mal in der Literatur erwähnt. Es erscheint mir aber fraglich, ob Cocco ihnen die Bezeichnung gegeben hat, weil sie Licht produzieren, oder nur, weil der Reflektor sie als glänzende, „leuchtende" Punkte erscheinen ließ. Wenn er das Leuchten gesehen hätte, würde er wahrscheinlich eine bestimmtere Beschreibung gegeben haben. Das Verdienst, das Leuchten von Fischen zum ersten Mal beobachtet und beschrieben zu haben, gebührt meiner Ansicht nach Bennett. Im Jahre 1860 (vgl. Johann 1899) sah er es beim Haifisch *Isistius brasiliensis*. 1864 beobachtete es Günther bei einem Scopeliden. Leuckart (1864), Ussow (1874, 1879), Lütken (1878), Leydig (1879 u. 1881), Solger (1881), Guppy (1882) und Emery (1884) fügen weitere Angaben über das Vorkommen von solchen Organen bei Scopeliden, Sternoptychiden, Stomiatiden, Batrachiden und Ceratiiden *(Himantolophus)* hinzu und Leuckart, Ussow, Leydig, Solger und Emery beginnen ihren Bau besonders bei den im Mittelmeer vorkommenden Formen näher zu untersuchen und ihren morphologischen Wert klarzulegen. Ein größeres Interesse gewinnen die Leuchtorgane aber erst mit dem Beginn der Tiefseeforschung. Das Material, das der Challenger heimbrachte, war es in erster Linie, welches Günther und v. Lendenfeld (1887) es ermöglichte, nicht nur von der Verbreitung der Leuchtorgane bei den Fischen ein weit umfassenderes Bild zu geben, sondern auch die heute fast allgemein herrschende Ansicht zu begründen, daß das Leuchten eine der charakteristischsten Erscheinungen der Tiefsee sei. Die späteren Untersucher, Emery (1889), Raffaelle (1889), Johann (1899), Brandes (1899), Greene (1899), Gatti (1899, 1903), Burckhardt (1900), Chiarini (1900), Handrick (1901), M. Weber (1902), ich (1904), v. Lendenfeld (1905), Steche (1907), Mangoldt (1907) haben sich zum Teil mit den Organen schon bekannter Leuchtfische beschäftigt, zum Teil mit solchen neuer Formen, welche aber außer den von Weber und Steche behandelten jenen mehr weniger nahe verwandt sind und deshalb das vom Challenger gegebene Bild der Verbreitung nicht wesentlich verändert haben. Man muß eher sagen, daß es eine Einschränkung erfahren hat. Denn offenbar unter dem Einfluß der Meinung, daß die meisten Tiefseefische Leuchtorgane haben müssen, sind besonders von Günther und von v. Lendenfeld Formen der Gruppe der Leuchtfische

eingereiht worden, welche meiner Ansicht nach diese Stellung nicht verdienen. Sie haben echte Seitenorgane und andere Hautsinnesorgane als Leuchtorgane bewertet. Die Forscher betonen zwar selbst den großen Unterschied, den der Bau dieser Organe im Vergleich mit Leuchtorganen bietet, aber sie nehmen an, daß die Organe Schleim absondern, und dieser leuchte. So reihen sie nicht nur Formen wie *Halosaurus*, *Xenodermichthys*, die durch die Lage von Sinnesorganen auf Papillen oder eigentümliche Gestaltung der Seitenlinie Besonderheiten bieten, den Leuchtfischen ein, sondern auch solche wie *Melamphaes*, *Macrurus*, *Zoarciden*, deren Seitenorgane sich von denen anderer Fische in keinem Punkte unterscheiden. Die Richtigkeit wie die Unrichtigkeit dieser Ansicht ist zwar nur durch die Beobachtung des lebenden Tieres zu erweisen, aber sie ist nur auf Grund der Kenntnis des Baus der Organe aufgestellt, und dieser kann meiner Ansicht nach nur den Schluß rechtfertigen, daß es Sinnesorgane sind, und, da bis jetzt es von solchen Organen noch nicht bekannt geworden ist, daß sie leuchtenden Schleim absondern, so sollte man auch hier ihnen keine Funktion andichten, die ihnen sonst fremd ist, nur weil sie bei Tiefseefischen sich finden. Ich scheide deshalb alle diese Fische aus der Liste der leuchtenden aus. Erweisen sie sich später doch als leuchtend, und geht das Leuchten von jenen Sinnesorganen aus, so werden sie auf alle Fälle eine ganz besondere Stellung einnehmen, denn bei allen andern haben die Leuchtorgane nicht das Geringste mit Sinnesorganen zu tun. Freilich sind auch in der folgenden Liste die größte Zahl solche Fische, von denen ein Leuchten nicht bekannt ist, aber der gleiche Bau, zum mindesten der drüsige Charakter der Organe berechtigt, sie den Fischen anzuschließen, die sicher leuchten. Nur in Bezug auf das am Ende des Schwanzes gelegene Organ von *Macropharynx* bin ich zweifelhaft, weil es nicht näher untersucht, und bei verwandten Arten ein ähnliches Organ nicht gefunden ist.

Leuchtorgane oder Organe, die wahrscheinlich Licht erzeugen, sind bisher bei folgenden Fischen gefunden worden:

I. ***Elasmobranchii:*** Spinaciden *(Spinax niger, pusillus, granulosus, Laemargus borealis, rostratus, brevipennis, Isistius brasiliensis, Euprotomicrus Labordii, Centroscyllium granulosum, Fabricii, Paracentrocyllium ornatum).*

II. ***Teleostei:***[1])

1. Unterordnung *Malacopterygii:* 1) Familie Stomiatidae *(Astronesthes, Bathylychnus, Chauliodus, Idiacanthus, Stomias, Macrostomias, Melanostomias, Pachystomias, Dactylostomias, Echiostoma, Opostomias, Grammatostomias, Photonectes, Malacosteus, Photostomias, Eustomias, Bathylaco, Stylophthalmus).*

2) Familie Sternoptychidae *(Bonapartia, Gonostoma, Cyclothone, Yarrella, Photichthys, Vinciguerria, Ichthyococcus, Lychnopoles, Diplophos, Triplophos, Maurolicus, Valenciennellus, Argyropelecus, Polyipnus, Sternoptyx, Sternoptychides).*

3) Familie Scopelidae *(Ipnops, Scopelopsis, Myctophum, Neoscopelus).*

2. Unterordnung *Apodes:* Familie Saccopharyngidae *(Macropharynx?).*

3. Unterordnung *Acanthopterygii:* 1) Familie Anomalopidae *(Photoblepharon, Heterophthalmus).*

2) Familie Batrachidae *(Porichthys).*

[1]) Ich führe nur die Namen der Gattungen auf, weil bei allen ihren Arten Leuchtorgane gefunden sind.

4. Unterordnung *Pediculati:* 1) Familie Ceratiidae *(Oneirodes, Ceratias, Melanocetus, Himantolophus, Aegaeonichthys, Diceratias, Caulophryne, Miopsaras, Mancalias, Dolopichthys, Linophryne).*
2) Familie Gigantactinidae *(Gigantactis).*
3) Familie Antennariidae *(Chaunax).*
4) Familie Malthidae *(Malthopsis, Halicmetus, Dibranchus, Dibranchichthys, Coelophrys, Halieutaea, Halieutopsis, Dibranchopsis).*

Aus dieser Liste geht hervor, daß unter den Elasmobranchiern nur sechs Gattungen mit elf Arten, unter den Teleosteern 63 Gattungen mit 228 Arten, die zehn Familien zugehören, bekannt sind, welche Leuchtorgane oder ihnen sehr ähnliche Organe besitzen. Weitere Schlüsse aus dieser Verbreitung sollen später gezogen werden.

2. Bau und morphologische Bewertung der Organe.

Die erste, von Leuckart (1865) geäußerte Ansicht, daß die Leuchtorgane „accessorische Augen" seien, ist zuerst auch von Leydig und zum Teil auch von Ussow geteilt worden, dann aber, als man ihren Bau genauer und besonders Drüsenzellen als wichtige Bestandteile der Organe kennen lernte, hat man diese Ansicht aufgegeben. Leydig sah in ihnen nach einer zweiten Untersuchung „elektrische" oder „pseudoelektrische" Organe, Günther und v. Lendenfeld begründeten die Auffassung, daß es drüsige Organe seien, und diese hat mehr und mehr die Herrschaft gewonnen. Nur den Organen der Gattung *Myctophum* hat man ebenso einstimmig einen solchen Wert aberkannt, und sie, soweit eine Deutung überhaupt versucht worden ist, in die Gruppe der elektrischen Organe oder als pseudoelektrische sie wenigstens in ihre Nähe gestellt. Besonders Gatti hat diese Ansicht vertreten.

Die mitgeteilten Untersuchungen haben, glaube ich, diese Streitfrage entschieden und zwar in dem Sinn, daß alle Leuchtorgane drüsige Organe sind. Infolge der großen Zahl der untersuchten Organe von 27 Gattungen und infolge mancher Befunde, die andere Gestaltungen der Organe zeigen, als sie bisher bekannt waren, kann die Begründung dieser Bewertung jetzt sicherer durchgeführt werden. Ich lasse hier vorläufig die unpigmentierten kleinen kugligen und großen lappigen Organe, die sich bei den Stomiatiden in der Haut und auf den Flossen finden, und ebenso die schlauchförmigen Organe von *Gonostoma* und *Cyclothone* außer Acht.

Die klarsten Verhältnisse bieten die Organe von *Gonostoma elongatum, Diplophos taenia, Neoscopolus* und von den Ceratiiden. Denn hier haben wir typische Drüsen, d. h. Organe, deren Wand von Sekret absondernden Zellen gebildet wird, die im Innern ein großes Lumen besitzen, aus welchem ein Ausführungsgang das Sekret nach außen ableitet. Alle übrigen von mir und andern bis jetzt untersuchten Leuchtorgane von Fischen sind von jenen dadurch verschieden, daß eine Entleerung des Sekrets durch einen offenen Gang nicht stattfindet und bei den meisten auch ein centrales Lumen völlig fehlt. Wir haben es mithin mit geschlossenen Drüsen zu tun. Wer für die Definition einer Drüse die Entleerung des Sekrets nach außen für notwendig hält, und deshalb den Organen den Drüsencharakter absprechen will, der sei auf die Schilddrüse, die Kalkdrüsen beim Frosch, die Ovarien und andere hingewiesen und besonders auf die Tatsache, daß wir alle Uebergänge von den offenen zu den geschlossenen Drüsen bei den ver-

schiedenen Gattungen haben. Bei *Gonostoma denudatum* und *Cyclothone* ist das centrale Lumen und ein Ausführungsgang noch entwickelt, in das erstere wird auch noch Sekret entleert, aber eine Abführung desselben nach außen ist nicht möglich, weil der Gang blind endet. Bei *Photichthys* sind centrales Lumen und Gang bis auf ein kurzes, aber noch hohles Rudiment rückgebildet, und bei Sternoptychiden findet sich entweder nur bei jungen Tieren oder auch noch bei erwachsenen der Gang nur als ein solider Strang. Bei den übrigen ist zwar vom Lumen und Gang nichts mehr zu sehen, aber die bei vielen vorhandene radiäre Anordnung der Drüsenzellen um einen centralen Raum, der freilich mit Bindegewebe ausgefüllt ist, ist meiner Ansicht nach ein sicheres Zeichen, daß auch sie von typisch gebauten Drüsen abzuleiten sind.

Für die Beurteilung scheint es mir in erster Linie wichtig, daß man die Frage entscheidet, welches sind diejenigen Zellen, die das Licht produzieren, und welche Bewertung verdienen sie. Man kann hier nicht fehlgehen und alle Autoren sind in diesem Punkt einig; denn in allen Organen, mag ihre Größe, Form, Lage und ihr Bau auch noch so verschiedenartig sein, kehrt stets eine und dieselbe Form von Zellen wieder, und diese Zellen sind in vielen Organen nur allein vorhanden. Sie sind stets mit körnigem, mit Eosin leicht färbbarem Sekret erfüllt, und in der Regel liegt der Kern in einer körnerfreien, mit Hämatoxylin dunkelblau sich färbenden Wandschicht. Sie können nur als Drüsenzellen bewertet werden. Die Leuchtzellen von *Myctophum* zeigen freilich ein so verschiedenes Aussehen, daß ich, wie bereits im speziellen Teil bemerkt wurde, die Frage, wie sie morphologisch aufzufassen seien, hätte offen lassen müssen, wenn ich nicht *Neoscopelus* untersucht hätte, dessen Organe dieselben Zellen wie die von *Myctophum* besitzen, aber ein centrales Lumen und einen Ausführungsgang haben und damit ihre Natur als Drüsen erweisen.

Ein weiterer Grund, welcher für die Auffassung der Leuchtorgane als Drüsen spricht, ist ihre Entwicklung. Zwar ist die Zahl der bis jetzt vorliegenden Untersuchungen sehr gering, nur Emery (1889), Greene (1899), und Gatti (1903), haben sie studiert, der erste und letzte bei *Myctophum*, Greene bei *Porichthys*, und einige wenige Stadien von Organen von *Chauliodus* und einigen Sternoptychiden sind durch mich bekannt geworden. Aber aus diesen Untersuchungen geht doch hervor, daß die Leuchtkörper ektodermalen Ursprungs sind. Emery hatte sie vom Mesoderm abgeleitet, aber Gatti hat dieses Resultat als irrig nachgewiesen, und auch Greene gibt eine ganz gleiche Schilderung. Ihre Anlagen bilden sich wie die von Drüsen im Stratum germinativum des Ektoderms und werden dann in das Corium verlagert. Die von mir untersuchten Stadien waren zwar schon zu alt, um ihre ektodermale Entstehung noch zu erweisen, aber sie bieten doch dieselben Bilder wie echte Drüsenanlagen, nachdem sie unter die Epidermis verlagert sind.

Durch diesen Nachweis des ektodermalen Ursprungs ist die Ansicht, daß es sich um elektrische Organe handelt, sehr zweifelhaft geworden, denn die bisher bekannt gewordenen sind alle mesodermalen Ursprungs.

Aus diesen Gründen kann meiner Ansicht nach die Frage nach dem morphologischen Wert der Leuchtorgane als entschieden betrachtet werden, aber, abgesehen von den mit einem Ausführungsgang versehenen, ist der Aufbau der Organe ein so eigenartiger, daß sie mit den typischen Drüsen nicht in eine Gruppe zusammengestellt werden können, sondern als modifizierte Drüsen oder drüsige Organe abgesondert werden müssen.

Betrachten wir zunächst den Binnenkörper. Den wichtigsten Teil bilden die oben erwähnten Drüsenzellen, die als die das Licht produzierenden gelten müssen. Im einfachsten Fall bilden sie allein den Binnenkörper, wenn man die Zellen, die die Wand des centralen Lumens und des Ausführungsganges auskleiden, außer Acht läßt. So finden wir es bei *Gonostoma elongatum* und *denudatum*, bei *Myctophum*, *Neoscopelus* und weiter bei den kleinsten pigmentierten Organen und bei den Organen der Stomiatiden, welche postorbital, in der Barbel oder, wie bei *Bathylychnus*, auf dem Kiemendeckel liegen, und bei den Organen der Pediculaten. In den meisten Fällen zeigt der Binnenkörper ein komplizierteres Bild, in dem außer diesen Drüsenzellen noch andere Zellen vorhanden sind, die eine ganz andere Differenzierung zeigen und deshalb auch eine andere Funktion haben dürften.

Das Bild, das der Drüsenkörper bei den verschiedenen Organen bietet, ist sehr mannigfaltig. Bei den Pediculaten bilden die Zellen ein einschichtiges Epithel und begrenzen direkt das centrale Lumen. Ebenso ist es bei *Neoscopelus*, *Diplophos* und *Photichthys* der Fall. Bei *Gonostoma* und *Cyclothone* besteht der Drüsenkörper aus radiär gestellten Schläuchen, die durch einen engen Spalt in die centrale Höhle sich öffnen. Eine solche regelmäßige Anordnung finden wir auffallenderweise auch in vielen Leuchtorganen, welche kein centrales Lumen und keinen Ausführungsgang besitzen, so bei den meisten Organen der Stomiatiden, bei *Vinciguerria* und *Ichthyococcus*. Hier stoßen entweder die Zellen in der Mitte mit ihren Spitzen aufeinander, oder aber sie sind hier durch einen Raum getrennt, der mit Bindegewebe, das von Blutgefäßen durchzogen wird, ausgefüllt ist, und weiter sind auch die Zellen trotz ihrer epithelialen Anordnung durch bindegewebige Septen voneinander getrennt. Am auffallendsten ist das Bild, das das große Barbelorgan von *Stomias* bietet. Das Epithel ist sehr regelmäßig gebildet, einschichtig, nicht gefaltet, und im Innern ist ein von Drüsenzellen freier Raum vorhanden, aber an Stelle des zu erwartenden Lumens finden wir Bindegewebe, Blutgefäße und Nervenäste, die auch das Epithel an verschiedenen Stellen direkt die Zellen auseinanderdrängend durchsetzen, an einer Stelle eindringen und an anderen wieder austreten. Noch komplizierter liegen die Verhältnisse in den meisten postorbitalen Organen der Stomiatiden. Ein Teil der Zellen bekleidet in einer regelmäßigen Schicht die Wand, zum Teil ist sie in das Innere eingefaltet, ein großer Teil aber füllt, in Gruppen gesondert, das Innere aus, in unregelmäßiger Weise angeordnet und ohne miteinander im Zusammenhang stehend, durch Bindegewebe und Blutgefäße voneinander getrennt. Aehnliche Bilder finden sich auch bei *Myctophum*. Die kleinen Organe besitzen zwar kein Lumen, aber die Zellen sind in einer einfachen Schicht angeordnet und nicht durch Bindegewebe in Gruppen gesondert, in den größeren prä- und suborbital gelegenen und ebenso in den Leuchtplatten und Leuchtschuppen dagegen ist neben der unregelmäßigen Lagerung eine große Durchsetzung durch Bindegewebe und Blutgefäße vorhanden. Am weitgehendsten wird der Charakter einer Drüse verwischt bei den meisten Sternoptychiden, indem hier eine Wandschicht überhaupt nicht mehr vorhanden ist, sondern die Zellen in kleinen Gruppen in Lagen geschichtet sind oder eine ganz unregelmäßig geformte Masse bilden, die aus Drüsenzellen, Bindegewebe und Blutgefäßen zusammengesetzt ist.

So fremdartig die zuletzt genannten Organe auch erscheinen und so stark sie auch von typischen Drüsen abweichen, so kann dadurch ihre Auffassung sich nicht ändern, denn wir haben alle Uebergänge. Wir sehen, wie der Ausführungsgang seine Oeffnung verliert *(Cyclothone)*,

dann derselbe und auch das centrale Lumen verschwindet, wie gleichzeitig die bindegewebige Hülle, die den Drüsenkörper umschließt, ihr Gebiet erweitert. Sie dringt zwischen die Zellen gegen das Innere vor und nimmt, je mehr das centrale Lumen reduziert wird, um so mehr dessen Platz ein und füllt ihn zuletzt ganz aus. Blutgefäße und in einzelnen Organen auch Nerven folgen auf den Bahnen des Bindegewebes. In den Fällen, in denen das Wandepithel zu seiner Vergrößerung nach innen eingefaltet ist, werden durch das eindringende Bindegewebe die Falten zerteilt, die Zellen verlieren ihren Zusammenhang, und der Drüsenkörper wird eine ungeordnete Masse.

Eine andere Komplikation des Drüsenkörpers entsteht dadurch, daß diejenigen mehrerer Organe miteinander verschmelzen, wie es bei vielen Sternoptychiden der Fall ist.

Auch in den Fällen, in denen der Binnenkörper nicht allein aus den Leuchtzellen besteht, nehmen diese den proximalen Teil des Organs in der Regel ein. Nur bei *Diplophos* und in den flaschenförmigen Organen von *Stomias* finden sie sich außer im proximalen auch noch im distalen Teil. Bei der ersteren Gattung bilden sie ihn sogar ganz, bei *Stomias* dagegen bilden sie einen ringförmigen Mantel oder eine Kappe und bedecken einen Körper, der als linsenartiger oder Linsenkörper im speziellen Teil bezeichnet wurde und aus anders strukturierten Zellen zusammengesetzt ist.

Dieser Linsenkörper zeigt eine sehr verschiedene Gestaltung. Bei *Cyclothone* besteht er aus einer Schicht pallisadenartiger Zellen. Bei *Photichthys* und *Ichthyococcus* sind die Zellen in säulenartigen Gruppen, die durch bindegewebige Septen voneinander gesondert sind und parallel zur Längsachse des Organs stehen, angeordnet. In den becherförmigen Organen von *Chauliodus* und *Dactylostomias* sind die polygonalen Zellen zu einem dichten, kompakten Körper zusammengefügt, bei letzterer Gattung dabei in koncentrischen Schichten gelagert, und bei *Malacosteus* bilden die ebenfalls polygonalen Zellen des großen postorbitalen Organs eine mehrschichtige festgefügte Platte. Bei *Triplophos* und den Sternoptychiden im engeren Sinne ist nur der periphere Teil regelmäßiger und zwar in Säulen angeordnet, die central liegenden Zellen bilden dagegen einen ungeordneten Haufen. Komplizierter wird das Bild, wenn der distale Teil in mehrere Partien sich sondert. So finden wir bei *Vinciguerria* den Kern des distalen Teils anders differenziert als die Seitenwände, besonders aber bei den flaschenförmigen Organen der meisten Stomiatiden sind außer dem Drüsenkörper, die den proximalen Abschnitt bilden, noch zwei Teile vorhanden, ein distaler und centraler. Der erstere zeigt dann in der Regel säulenartigen Aufbau und lange schmale Zellen, der letztere dagegen besteht aus eng aneinander gefügten, nicht durch Bindegewebe gesonderten polyedrischen Zellen. Auch in manchen becherförmigen Organen, besonders in denen von *Stomias* ist ein centraler Teil gesondert und besteht aus nur wenigen oder eine dünne Schale über dem Drüsenkörper bildenden großen Zellen. Ebenso mannigfaltig ist auch der histologische Bau der Zellen. Im centralen Teil besitzen sie in der Regel homogenes, stark lichtbrechendes, oft sehr sprödes Sekret, das die ganze Zelle ausfüllt, im distalen dagegen sind sie entweder nur zum Teil mit ähnlichem Sekret erfüllt, oder sie enthalten ein körniges Sekret oder gröbere Ballen; stets ist der Inhalt in der Färbung von dem der Leuchtzellen verschieden und niemals sind die Sekretkörner so zahlreich vorhanden wie in diesen. Die becherförmigen Organe von *Malacosteus* nehmen dadurch eine besondere Stellung ein, daß den peripheren Zellen lichtbrechende Stäbchen eingelagert sind.

Die Form dieses Linsenkörpers, mag er nun einfach oder aus mehreren Teilen zusammengesetzt sein, kann bikonvex, konkav- oder plankonvex oder auch ellipsoidisch oder kuglig sein. Wegen dieser Form ist er schon von den früheren Autoren fast allgemein als Linse oder linsenartiger Körper bezeichnet worden und ihm auch eine ähnliche Bedeutung, nämlich als lichtbrechender Körper, zugeschrieben worden. Das häufige Vorkommen von stark lichtbrechendem, sprödem Sekret und besonders die Einlagerung von lichtbrechenden Stäbchen, die Lage und Gestalt unterstützen diese Deutung. Bei *Porichthys* hat GREENE (1899, p. 686) die Linse herausgenommen und festgestellt, daß sie das Licht bricht und kondensiert. Als Licht produzierender Teil kann er kaum in Frage kommen, weil er vielen Leuchtorganen völlig fehlt.

Ich habe den Drüsenkörper und den Linsenkörper als Binnenkörper zusammengefaßt, um ihre engen Beziehungen zueinander auszudrücken. Diese sind in verschiedenen Punkten vorhanden. Die Untersuchungen der Entwicklungsgeschichte durch GREENE haben gelehrt, daß beide eine gemeinsame ektodermale Anlage bilden, die sich erst später in die beiden Teile sondert. Ebenso zeigen die von mir untersuchten Stadien von *Chauliodus* und einigen Sternoptychiden nur eine einheitliche Anlage aus gleichartigen Zellen. Erst später erfolgt die Differenzierung in Drüsen- und Linsenkörper. Da in manchen Organen nur der erstere vorhanden ist, so dürfte die Ausbildung eines Linsenkörpers eine höhere Stufe darstellen und er sich aus dem ersteren entwickelt haben, ursprünglich also auch aus Drüsenzellen bestanden haben. Auch in den am meisten differenzierten Organen zeigen die Zellen noch drüsigen Charakter. Weiter sind auch im ausgebildeten Organ die Beziehungen zwischen beiden Teilen oft sehr enge. So begrenzen bei *Diplophos* die Linsenzellen wie die Drüsenzellen das centrale Lumen und liegen ihnen direkt an und weichen im Bau nur wenig ab. In andern Fällen konnte eine Grenzzone festgestellt werden, von deren Zellen es zweifelhaft war, ob man sie dem Drüsen- oder dem Linsenkörper zuzählen sollte. Am deutlichsten traten die Beziehungen bei *Triplophos* hervor, indem hier die Grenze ganz verwischt ist. Allerdings waren in einigen Fällen z. B. bei *Cyclothone* beide Teile so scharf voneinander abgesetzt, daß ein Zweifel über die Zugehörigkeit einer Zelle, ob zu diesem oder jenem Teil, niemals aufkommen konnte.

Im Gegensatz zum Binnenkörper dürften alle übrigen Teile, die am Aufbau eines Leuchtorgans noch Anteil haben können, mesodermalen Ursprungs sein. Es sind die bindegewebige Hülle, die den Binnenkörper umschließt, der oder die Reflektoren, der Gallertkörper, der Pigmentmantel und bei *Diplophos*, *Myctophum* und wahrscheinlich auch bei *Neoscopelus* die Linse, welche hier von einer bikonvexen Verdickung der Schuppe gebildet wird. Alle Teile müssen als accessorische Teile bewertet werden. Ihre Bedeutung ergibt sich ja ohne weiteres.

Nur auf eine befremdende und mir nicht erklärliche Erscheinung möchte ich besonders hinweisen. Sie betrifft die Anordnung des Reflektors bei *Gonostoma* und *Cyclothone*. Wenn ein Reflektor wirksam sein soll, so sollte er nur am Grunde und an den Seitenwänden des Organs entwickelt sein, dagegen über der Oeffnung, d. h. der pigmentfreien Wand, an der das Licht austritt, fehlen. Das ist auch bei allen der Fall, nur nicht bei jenen beiden Gattungen. Hier umgibt er den Drüsenkörper völlig. Für *Gonostoma elongatum* könnte man zur Erklärung annehmen, daß, da ein Ausführungsgang vorhanden ist, das Sekret erst nach der Entleerung in das Wasser zur Wirkung kommt. Indessen ist die Annahme deshalb wenig wahrscheinlich, weil

dann die Isolierung des Lichtes durch einen Pigmentmantel und der Reflektor keinen Sinn hätten, und für *G. denudatum* und *Cyclothone* würde die Schwierigkeit, die die Lage des Reflektors bietet, bestehen bleiben, da hier ja der Ausführungsgang nicht mehr nach außen mündet. Eine andere Erklärung, daß etwa die Ausbildung des Reflektors auch über der Oeffnung ein Zeichen einer beginnenden Rückbildung sei, stößt deshalb auf große Schwierigkeiten, weil die Organe von *G. elongatum* entschieden eine solche Bewertung abweisen, da besonders ihre Verbindung mit den sackförmigen Organen einen hohen Grad der Ausbildung anzeigt.

Bei der Betrachtung habe ich bisher die kleinen und größeren unpigmentierten Organe der Stomiatiden sowie die sackförmigen der Gonostomiden außer Acht gelassen, weil sie entschieden eine besondere Stellung einnehmen. Doch möchte ich auch sie als drüsige Organe auffassen. Die sackförmigen enthalten in ihrem Lumen Sekret, das nur von den kleinen Wandzellen abgesondert sein kann, und es spricht für diese Auffassung ihre Verbindung mit den großen pigmentierten Organen bei *Gonostoma elongatum*, die ja als typische Drüsen sich darstellen. Für die drüsige Natur der erstgenannten Organe möchte ich anführen, daß die Zellen mit Sekretkörnern dicht erfüllt sind und dann daß z. B. in der Barbel von *Stomias* ähnlich isoliert und ohne Pigmentmantel, ohne Lumen und Ausführungsgang Zellhaufen in verschiedener Größe liegen, die fraglos aus Drüsenzellen bestehen. Allerdings dürfte ihre Entstehung eine ganz andere sein als die jener Zellenballen. Denn erstere sind wahrscheinlich durch Zerfall einer größeren Drüse entstanden, letztere aber voneinander unabhängige Bildungen.

Von anderen Autoren ist außer den von mir untersuchten Gattungen noch der Bau der Leuchtorgane von folgenden Fischen bekannt geworden. Johann hat die Organe von *Spinax niger*, Gatti von *Bathophilus*, Solger, Greene und Gatti von *Porichthys*, v. Lendenfeld von *Malthopsis*, *Lychnopoles*, *Opostomias*, *Echiostoma* und *Pachystomias*, Moseley von *Ipnops* und Steche (1907) von *Heteropthalmus* und *Photoblepharon* und Mangold (1907) von *Maurolicus Pennantii* untersucht. Von diesen schließen sich *Malthopsis* an *Halicmetus*, die Stomiatiden an die andern Gattungen dieser Familie, *Lychnopoles* an *Photichthys* so eng an, daß eine Darlegung des Baus, von Einzelheiten abgesehen, nur eine Wiederholung des für die von mir untersuchten Formen sein würde. *Lychnopoles* stimmt auch insofern mit *Photichthys* überein, als in den Organen noch ein kleines centrales Lumen vorhanden ist, das aber nicht mehr durch einen Ausführungsgang mit der Außenwelt in Verbindung steht. Bei *Porichthys* ist der Linsenkörper verhältnismäßig sehr groß, und die Leuchtzellen bilden einen einschichtigen Mantel um ihn.

Die Leuchtorgane von *Maurolicus Pennantii* stimmen im Bau mit denen anderer Sternoptychiden überein. Ich konnte diese Form auch untersuchen, bin aber nicht näher darauf eingegangen, weil die untersuchten Exemplare schlecht konserviert waren und wenig Neues boten. Die Angaben Mangold's sind sehr dürftig, so erwähnt er mit keinem Wort die Vereinigung der Organe zu Gruppen, das orbitale Organ u. a. Er bezeichnet meiner Ansicht nach mit Unrecht den Teil, der von andern und mir Gallertkörper genannt ist, als Linse.

Auch *Heterophthalmus* und *Photoblepharon* zeigen nach Steche's Angaben im Prinzip denselben Aufbau ihres Leuchtorgans wie die andern. Die Organe beider sind sicher Drüsen. Die Drüsenschläuche sind zahlreich, lang, schmal und von einer bindegewebigen Hülle, von einem Reflektor und einem Pigmentmantel umgeben und ein Gallertkörper ist ihnen außen vorgelagert. Gefäße treten reichlich mit dem Organ in Beziehung, Nerven dagegen nicht. Ein größerer

Unterschied liegt darin, daß die Schläuche nicht, wie in der Regel bei einschichtiger Lage radiär angeordnet sind, sondern in einer Ebene parallel nebeneinander stehen und nach der Oberfläche des Organs etwas konvergieren.

Die Organe der Haifische und speziell von *Spinax niger* sind durch Johann (1899) genau bekannt geworden. Da ich durch meinen Freund Professor Dr. Römer in Frankfurt a. M. gut konserviertes Material von diesem Hai erhielt, wofür ich ihm auch hier danke, war es mir möglich, auch diese Organe kennen zu lernen. Ich kann die Resultate Johann's nur bestätigen. Sie zeigen in mancher Hinsicht primitivere Verhältnisse, so darin, daß sie im Ektoderm liegen, nicht oder nur wenig in das Corium versenkt sind, und weiter darin, daß das ganze Organ und auch seine Teile weniger scharf abgegrenzt, weniger selbständig erscheinen. Im Uebrigen aber schließen sie sich im Bau den Organen der Knochenfische ohne Schwierigkeit an. Ein proximaler Teil besteht aus Drüsenzellen, die Johann mit Recht als die Leuchtzellen deutet, und aus indifferenten Zellen, die wahrscheinlich Ersatzzellen sind; ein distaler Teil stellt den Linsenkörper dar, er besteht hier nur aus wenigen, aber großen Zellen, die ebenfalls Drüsenzellen sind und deren Inneres mit Sekret ganz ausgefüllt ist. Weiter ist noch ein allerdings wenig festgefügter Pigmentmantel vorhanden.

Während somit auch die Haifische im Bau ihrer Leuchtorgane nichts Abweichendes von den Knochenfischen bieten, zeigen die von Moseley (1887) beschriebenen und als Leuchtorgane gedeuteten Organe auf dem Kopf von *Ipnops* ein derart verschiedenes Bild, daß ich Zweifel habe, ob wir es hier wirklich mit Leuchtorganen zu tun haben. Ganz fremdartig ist schon die Lage, sie liegen nämlich unter dem Schädeldach; weiter aber weicht der Bau ganz ab. Nach Moseley besteht das plattenförmige Organ aus hexagonalen Säulen, jede Säule hat als Basis eine große Pigmentzelle und ist zusammengesetzt aus einer größeren Zahl von langen hexagonalen Stäbchen, die offenbar von den ihnen oberflächlich aufgelagerten niedrigen Zellen gebildet sind. Daß ein Reflektor, ein Linsen-, ein Gallertkörper fehlt, ist nebensächlich, da sie auch manchen Leuchtorganen der andern Fische fehlen. Aber es fehlen die Drüsenzellen, die man als die Leuchtzellen ansehen muß, also das wichtigste Element, denn den Zellen der den Stäbchen aufgelagerten Schicht kommt nach der Beschreibung nicht solche Bedeutung zu. Ganz seltsam sind die langen Stäbchen und besonders ihre Lage zu ihren Bildungszellen. Moseley versucht zwar Vergleichbares bei andern Leuchtfischen zu finden, aber ich weiß nichts hierfür anzuführen, und da alle andern Organe ohne Schwierigkeiten als gleichwertige Bildungen, nämlich als Drüsen aufzufassen sind, so möchte ich Bedenken haben, diese Kopforgane von *Ipnops* in die Gruppe der Leuchtorgane einzureihen, solange nicht eine neue Untersuchung neue Punkte aufdeckt, die die Auffassung Moseley's besser begründen, oder die Beobachtung einer Lichtproduktion dieser Organe jeden Zweifel niederschlägt. Besonders nach der Lage der Stäbchen würde ich vermuten, daß es sich um umgebildete Augen handelte, wenn nicht das Fehlen des Optikus dagegen sprechen würde, und rudimentäre Augen sich nach unseren bisherigen Kenntnissen ganz anders darstellen.

Die Entscheidung, zu welcher die bisherigen Untersuchungen hinsichtlich des morphologischen Wertes der Leuchtorgane geführt haben, gibt auch eine bestimmte Richtung der Spekulation über ihre phylogenetische Entwicklung. Nicht Seitenorgane oder andere Hautsinnesorgane können den Ausgang gegeben haben, sondern allein drüsige, und, da für die Fische als

solche nur die Schleimzellen oder sogenannten einzelligen Drüsen der Epidermis in Betracht kommen können, so haben wir in ihnen die Elemente zu suchen, aus denen sich die Leuchtorgane herausdifferenziert haben. Ich stimme hierin ganz mit v. Lendenfeld (1887, p. 288) überein. Der Gang der Differenzierung ist aus den vielen verschiedenen Stufen, die die ausgebildeten Organe bei den verschiedenen Formen zeigen, leicht zu entnehmen. Eine Entleerung des Sekrets der Schleimzellen begleitet von einer Lichterscheinung, eine Vereinigung mehrerer zu einer Gruppe, Verlagerung in das Corium und damit Ausbildung eines Ausführungsganges, schärfere Abgrenzung des Organs durch Umschließung mit mesodermalem Gewebe, zunächst mit einer bindegewebigen Hülle, dann mit einem Pigmentmantel, Reflektor und Gallertkörper, als weitere Stufe die Rückbildung des Ausführungsganges und des centralen Lumens, auf der andern Seite aber progressive Differenzierung des Binnenkörpers, besonders Ausbildung der Linse und endlich Verbindung von Muskeln mit dem Organ. Das dürften die verschiedenen Stufen gewesen sein, wobei selbstverständlich die Stufen nicht bei allen Leuchtfischen in gleicher Weise durchlaufen sein werden, und in manchen Fällen auch noch besondere Neubildungen eingetreten sind. So möge nur auf die interessante Bildung einer Linse durch die dem Organ auflagernde Schuppe bei *Diplophos*, *Myctophum* und wahrscheinlich auch *Neoscopelus* hingewiesen sein. In diesem Entwicklungsgang scheint mir besonders die Rückbildung der Verbindung des Organs mit der Außenwelt, die Umwandlung der einst offenen in eine geschlossene Drüse interessant zu sein, und da letztere fraglos die verbreitetste Form und die höchste Stufe der Differenzierung darstellt, so dürfte man sie auch als typisch für ein Leuchtorgan der Fische hinstellen. Gewiß ist es möglich, daß in manchen Fällen kein Ausführungsgang zur Entwicklung gekommen sein mag, indessen spricht die radiäre Anordnung der Drüsenzellen in sehr vielen Fällen und die Anlage eines Ganges bei manchen Sternoptychiden und die mehr minder vollständige Ausbildung eines solchen bei manchen Gattungen verschiedener Familien dafür, daß in der Mehrzahl der Fälle eine Entleerung des Sekrets nach außen möglich gewesen ist. Wenn man freilich eine genaue Definition für ein Leuchtorgan geben soll, so kann man für sie als einzig und allein notwendig das Vorhandensein von Licht produzierenden Drüsenzellen angeben, alle andern Teile, die sonst noch ein Leuchtorgan zusammensetzen, können fehlen.

3. Beobachtungen über das Leuchten der Fische.

Schon oben habe ich hervorgehoben, daß manche Forscher meiner Ueberzeugung nach in die Gruppe der Leuchtorgane auch Sinnesorgane und andere eingereiht haben, die wahrscheinlich kein Licht produzieren, da Drüsenzellen fehlen. Im vorigen Kapitel, das sich nur mit dem Bau der Organe beschäftigte, sind die dort behandelten Organe als Leuchtorgane bezeichnet worden, es muß sich nun aber fragen, ob sie wirklich diese Bezeichnung verdienen, da doch jede Drüse bei Fischen noch kein leuchtendes Sekret abzusondern braucht. Eine Entscheidung dieser Frage ist allein möglich durch die direkte Beobachtung des lebenden Tieres, und da auch für andere Fragen diese Beobachtungen über Leuchten von Fischen wichtig sind, so will ich im folgenden alle Angaben zusammenstellen, die ich in der Literatur gefunden habe oder die mir sonst bekannt geworden sind.

Zuerst will ich eine Reihe von Angaben anführen, die hier nicht in Betracht kommen

können, weil in diesen Fällen meiner Ansicht nach es sich nur um den Glanz des Reflektors handelt. Schon in der ältesten Angabe, welche von Cocco herrührt, bezieht sich die Bezeichnung „lucidi“ wahrscheinlich nur auf den Reflektor, sonst hätte er wohl sicher eine etwas nähere Beschreibung gegeben. Auf der Skizze von *Malacosteus*, welche am Bord der Valdivia nach dem Fang gemacht wurde, hat Chun bemerkt, „rotes Leuchtorgan (gemeint ist das große suborbitale) glänzte wie ein Rubin“. Diese Farbe zeigte das Organ im Licht und auch noch nach der Konservierung. Ebenso rührt der bläuliche Silberglanz der Organe von *Gonostoma elongatum*, der violette Glanz des postorbitalen Organs bei *Stomias* (vgl. systemat. Teil Taf. III, Fig. 1), der grüne bei *Dactylostomias* (ebenda Taf. III, Fig. 3), der grüne beim postorbitalen Organ von *Malacosteus* (abenda Taf. IV, Fig. 1) vom Reflektor her. Wahrscheinlich ist ebenso die Bemerkung Günther's (1887, p. XXXII) „The higly specialised luminous organs on the head of the *Stomiatidae* are green or pink during life, whilst they fade into white after the immersion of the fishes in spirit“, ebenso zu beurteilen. Zweifelhaft bin ich hinsichtlich des Wertes der folgenden Angaben von Thomson und Murray (1885, P. II, p. 521) über *Echiostoma microdon*, welcher Fisch noch etwas lebte, als er an die Oberfläche kam. Sie berichten: „It had one clubshaped spot of a rose colour directly below the eye, and another, about half the size, directly in front of this, of the same colours; these spots turned yellow in spirit. The two rows of probably phosphorescent dots along the body were red, surrounded by a circle of pale violet; these dots turned white in spirit.“

Zweifellos dagegen ist in den folgenden Fällen ein Leuchten beobachtet worden:

1. Selachier. Die erste Beobachtung, welche über das Leuchten von Haifischen gemacht ist, rührt von Bennett her. Da mir das Werk Bennett's nicht zur Verfügung stand, gebe ich seine Angaben nach Johann (1899, p. 152). „Als es dunkel geworden war, wurde der Fisch *(Isistius brasiliensis)* mit einem Netz gefangen. Er glich einem *Pyrosoma* und gab ein phosphoreszierendes Licht von sich.“ Das Leuchten wurde drei Stunden, bis zum Tode des Fisches, beobachtet. „Die ganze untere Fläche des Körpers und des Kopfes schickten ein lebhaftes, grünlich phosphoreszierendes Licht aus, welches von dem Tier selbst ausging. Als der Hai tot war, verschwand die Lichterscheinung vollständig vom Hinterleib, und nach und nach von den vordern Teilen. Der einzige Teil, der nicht leuchtete, war ein schwarzer Ring an der Kehle. Während die Unterseite der Brust- und Bauchflossen leuchteten, war ihre obere Seite mit Einschluß des oberen Lappens der Schwanzflosse in Dunkel gehüllt, ebenso wie der Rücken und die Dorsalseite des Kopfes. Ich bin geneigt anzunehmen, daß diese Leuchtkraft des Haies auf einer besonderen Sekretion der Haut beruht. Mein erster Eindruck war, daß der Fisch vielleicht irgend welche phosphoreszierenden Substanzen aus der See oder von den Netzen, mit welchen er gefangen, an sich haften habe, aber eine genauere Untersuchung bestätigte diesen Verdacht nicht, denn die Gleichmäßigkeit, mit welcher das Licht an bestimmten Stellen des Körpers und der Flossen seinen Sitz hatte, und das Nachlassen und Verschwinden bei der Annäherung und dem Eintritt des Todes ließen keinen Zweifel bei mir zurück, daß das Leuchten eine mit dem Leben und der Einrichtung des Tieres verbundene Fähigkeit sei.“ Das Leuchten von *Spinax niger* hat zuerst Beer (Johann 1899, p. 159) beobachtet. Das Tier lebte noch etwas. „Das Leuchten des Tieres war, wie ich mehreren Herren demonstrieren konnte, auf 3—4 m sichtbar, und ich zweifle nicht, daß es bei einem nicht moribunden Tier intensiver sein kann.

Die ganze Bauchseite des Tieres von der Schwanzflosse bis an das Maul erglomm in einem schwachen, grünlichen Schein, wie wenn sie schwach mit Phosphor oder einer Leuchtfarbe bestrichen gewesen wäre, doch mit dem Unterschied, daß das Leuchten in kurzen Intervallen verschwand, wieder zum Vorschein kam, beträchtlich intensiver wurde usw. Durch mechanischen Reiz, Streichen mit dem Finger über die Bauchhaut, Kneipen der Bauchhaut, Beklopfen, könnte keine Veränderung des Leuchtens oder Nichtleuchtens hervorgerufen werden, hingegen schien elektrische Reizung (Drähte von der sekundären Spirale, Schlittenapparat, Stromstärke, welche direkte Muskelreizung bewirkte) Leuchten auszulösen. Elektrische Reizung des Rückenmarks bewirkte an dem zuletzt moribunden Tier, das kein Licht mehr von sich gab, kein Aufleuchten".

2. Scopelidae. In einem Briefe an Emery (1884, p. 479) teilt bereits Günther seine Beobachtungen über das Leuchten eines *Myctophum (Scopelus)* in folgenden Worten genauer mit: „during a gale in the Channel Islands, a *Scopelus* was cast ashore, to which my attention was attracted by the luminosity of its body. It was dying and died before I reached home. The luminosity clearly issued from the organs, it was irregularly intermittent, sometimes well defined like a round spark, sometimes diffuse. It did not extend to the tail (which probably was already paralysed). The luminosity ceased with the life of the fish."

Guppy (1882, p. 203) berichtet, daß zwei beim Kap der guten Hoffnung gefangene *Scopelus* bereits tot waren, nicht mehr leuchteten, und auch Reize kein Licht mehr hervorriefen, daß dagegen ein anderer noch etwas lebte und leuchtete. „This one that had some life remaining displayed a faint though an undoubted luminosity in the pearly bodies of the pectoral region, which were larger than those which were situated on other parts of the body; irritation failed to diminish, or increase, or even to excite the effect."

Emery (1884, p. 479) hat von einem Fischer in Neapel gehört, daß man die Myctophiden unter allen Fischen an dem Lichte, das sie aussenden, erkennen könne.

Nach einer freundlichen Mitteilung von Professor Pfeffer hat ihm Kapitän Nissen, welcher für das Hamburger Museum auf seinen Reisen eine große Zahl von Myctophiden selbst gesammelt hat, folgendes erzählt. Er hat sie stundenlang noch im Aquarium beobachtet: „sie leuchteten stark, jeder einzelne Leuchtpunkt für sich, in hellgrünlichem Licht". Er habe die Fische aber nicht auf Grund ihres Leuchtens gefangen, da sich das Licht von dem anderer Leuchttiere nicht unterscheiden ließe.

3. Sternoptychidae: Willesmoes-Suhm (1875, p. LXXXI) schreibt von der Challenger-Expedition, daß „ein *Sternoptyx*, der einmal, als das Trawl nachts heraufkam, wie ein leuchtender Stern im Netz hing". Professor Chun teilt mir mit, daß er auf der Valdivia-Expedition auf auf Stat. 67 einen *Sternoptyx* am Bauch und Kopf grünlich und zart leuchten gesehen hat. Mangold (1907) hat in Neapel *Maurolicus Pennantii* längere Zeit lebend beobachten können. Der Fisch hat spontan nicht geleuchtet, sondern nur durch mechanische und elektrische Reize ging von der vom Reiz getroffenen Stelle ein Leuchten aus und verbreitete sich dann auch auf die übrigen. In Süßwasser gebrachte Fische zeigten eine lange andauernde Phosphorescenz. Er stellte fest, daß „sämtliche Organe zu leuchten vermögen". Das Licht „war bei allen Reizungen stets ein ruhiges, nicht flackerndes Licht". Es trat „nur weiß oder in gelber, grüngelber, grünlicher oder blauer Farbe auf, wobei gelb und grüngelb bevorzugt waren". Nach

einer mündlichen Mitteilung hat Professor BRANDT (Kiel) bei *Argyropelecus* ein Leuchten gesehen, ebenso nach CHIARINI (1900, p. 19) GRASSI.

4. Stomiatidae: Ueber *Astronesthes* teilt J. REINHARDT (1854, p. 59) im Jahre 1853 seine 1850 auf einer Reise nach Brasilien gemachten Beobachtungen mit. Es sind die ältesten, welche überhaupt über das Leuchten von Fischen gemacht worden sind.[1]) Von den gefangenen *Astronesthes* lebten zwei noch. Bei beiden beobachtete er ein „sehr lebhaftes grünliches Licht". „Es kam und schwand und kam wieder; mit dem Tode der Tiere hörte es auf." Bei dem einen Exemplar beobachtete er, daß das Licht von einem Fleck, der etwas vor dem Auge auf der Stirn gelegen ist, und weiter vom Rücken bis zum Anfang der Rückenflosse kam. Sonst war das Tier dunkel. Die Beobachtung, daß das Licht von einem Fleck auf der Stirn ausging, scheint mir zweifelhaft, weil hier nur das Parietalorgan liegt, dieses seinem Bau nach aber nicht als Leuchtorgan in Betracht kommen kann. Ich möchte deshalb glauben, daß hier ein Irrtum vorliegt, um so mehr, als VANHÖFFEN (1902, p. 70) auf der Deutschen Südpol-Expedition bei *Astronesthes* an der Bauchseite das Leuchten sah. Er schreibt, daß der ganze Körper an der Bauchseite von grünlichem Licht umflossen war, und teilt mir mündlich mit, daß das Leuchten beim Anfassen mit der Pinzette intensiver wurde.

Nach EMERY (1884, p. 480) soll VAILLANT ein Leuchten von *Stomias* und *Malacosteus* auf der Reise des „Talisman" beobachtet haben. Von letzterer Gattung heißt es: „che le macchie colorate erano ‚tellement brillantes' che furono notate da tutti i naturalisti i quali si trovavano a bordo".

Nach GRASSI (CHIARINI 1900, p. 19) war das Licht eines *Chauliodus Sloanei*, den er einige Minuten lebend im Glase beobachten konnte, „azurra e intermittente. Morto l'animale il fenomeno luminoso cessava immediatamente".

Notizen, welche Professor CHUN auf der Valdivia-Expedition den Skizzen beigefügt hat, enthalten folgendes: „*Bathylychnus* leuchtete beim Konservieren; zwei symmetrische Flecke, doch nicht genau der Sitz ermittelt." Vom drehbaren postorbitalen Leuchtorgan von *Melanostomias melanops* heißt es: „perlmutterglänzend, blitzt wie eine Perle auf schwarzem Sammet hervor"; in seinem Werke (1903, II, p. 566) fügt er hinzu, daß das Organ „eine prachtvolle, bläuliche Phosphorescenz zeigte". In seinem Tagebuch hat Professor CHUN, wie er mir freundlichst mitteilt, hierüber noch folgende Angabe gefunden: „Da der Fisch in kaltem Wasser vergnügt weiter lebte, wurde rasch eine Skizze des Kopfes gemacht und dann tötete ich ihn in der Dunkelkammer in Anwesenheit von Dr. SCHMIDT mit Formol. Das dreieckige Organ leuchtete zuerst grünlichblau, dann in sanftem blauen Licht, welches dem Blau im Sonnenspektrum bei Linie F entspricht. Hiermit ist, ich glaube das erste Mal, positiv der Nachweis erbracht, daß es sich um Leuchtorgane handelt! Ausdrücklich sei bemerkt, das beide Organe leuchteten."

Ferner teilt mir Professor CHUN noch folgende Notiz über *Idiacanthus fasciola* mit: „er leuchtete am Kopfe in ziemlich intensiv blauem Lichte beim Konservieren in Alkohol".

Die ausführlichsten Beobachtungen sind von GREENE (1899) über das Leuchten des Küstenfisches *Porichthys notatus*, der über 300 Organe besitzt, gemacht worden. Sie sind zum Teil sehr interessant. Er hat die Fische lange im Aquarium gehalten, hat aber, ohne daß sie

[1]) Auf p. 118 habe ich BENNETT als den ersten Beobachter des Leuchtens bezeichnet. Dieses ist falsch. Das Verdienst gebührt REINHARDT.

gereizt wurden, niemals ein Leuchten wahrgenommen. Einmal, als er einen Fisch gegen die Wand des Aquariums drückte, hat er „a phosphorescent glow of scarcely perceptible intensity" festgestellt. Er fügt dann hinzu: „this is a shorefish and quite common, and one might suppose that so striking a phenomenon as it would present if these organs were present in a small degree would be observed by ichthyologists in the field, or by fishermen, but diligent inquiry reveals no such evidence". Erst wenn er sehr starke Reizmittel anwandte, trat ein kräftiges Leuchten auf. Wenn er dem Wasser Ammoniak zusetzte, folgte „a most brilliant glow" entlang den Reihen der wohlentwickelten Organe der ventralen Hälfte des Körpers (die der dorsalen sind verkümmert). Jedes Organ war unterscheidbar. Das Leuchten begann fünf Minuten, nachdem der Fisch in das ammoniakalische Wasser gebracht war, wurde nach 20 Minuten schwächer und war kaum mehr erkennbar. Auch Reiben mit der Hand rief ein Leuchten hervor und verstärkte es. Schwache elektrische Ströme, die den Kopf oder das freigelegte Rückenmark reizten und starke Muskelzuckungen bewirkten, konnten ein Leuchten nicht hervorbringen. Erst starke Ströme hatten einen Erfolg. Zwei Fische, die in tieferem Wasser gefangen waren, reagierten überhaupt nicht, selbst nicht auf starke Reize, nur solche, die ihre Brut unter Felsen hüteten, zeigten ein Leuchten. Das Licht war weiß. Bei elektrischer Reizung kam es langsam, nicht plötzlich in der größten Stärke, und verschwand auch allmählich. Es war so hell, daß man den benutzten Apparat unterscheiden konnte. Besonders stark leuchtete das größere suborbitale Organ.

Wichtig ist noch folgende Beobachtung von Greene. Wenn er Stücke des Fisches mit Leuchtorganen in ammoniakalisches Wasser brachte, so leuchteten auch sie und zwar noch 5—6 Stunden nach dem Tode.

Ueber zwei andere Küstenfische von Amboina macht Weber-van Bosse (1902) und seine Frau (1905) interessante Angaben. *Photoblepharon palpebratus* (Bodd.) lebt zwischen Steinen, *Heterophthalmus katoptron* (Bleek.) wird in Scharen an der Oberfläche getroffen. Beide besitzen ein drehbares großes Leuchtorgan unter dem Auge. „Kleinen Sternen gleich," schreibt Frau Weber-van Bosse (p. 269) „schimmerten die leuchtenden Punkte durchs Wasser. Ein einziges Fischlein vermochte genügend Licht zu spenden, um in der Dunkelkammer auf unserer Taschenuhr ablesen zu können, wie spät es war." „Von dem Fischkörper abgetrennt, bewahrt das Organ seine Leuchtkraft noch stundenlang, weshalb die Fischer von Banda scharfe Jagd auf diese Tiere machen und das Leuchtorgan, über dem Angelhaken festgebunden, dazu benutzen, andere Fische anzulocken." Steche (1907) bestätigt und erweitert die Angaben noch. Nach ihm ist das Licht „außerordentlich hell", grünlich-weiß. Das Licht von *Heterophthalmus* „gleicht dem Reflex des Mondes auf dem Wasser". Die Leuchtorgane von 12—15 *Photoblepharon* am Grunde zwischen Steinen „wirkten wie eine Illumination mit Glühlampen". Das Licht von dieser Art ist so stark, daß „man noch in 2 m Entfernung deutlich die Uhr ablesen kann, wenn das Auge etwa fünf Minuten dunkel adaptiert ist". Das Licht ist völlig konstant und gleichmäßig, bei *Heterophthalmus* erscheint es aber dadurch, daß der Fisch in ziemlich kurzen Zwischenräumen sein Leuchtorgan abdreht, intermittierend. Das herausgenommene und von den Fischern an den Angelhaken gesteckte Organ soll nach Steche bei *Photoblepharon* eine ganze Nacht, bei *Heterophthalmus* nur wenige Stunden noch leuchten.

Aus dieser Zusammenstellung geht einmal hervor, daß die Beobachtungen über das

Leuchten der Fische noch sehr dürftig sind, und unsere Spekulationen in Bezug auf diese interessante Erscheinung sich noch auf sehr unsicherem Boden bewegen. Die Fragen, wo der Sitz des Leuchtens ist, ob nur bestimmte Organe leuchten, ob das Licht verschieden ist, ob es gleichmäßig fortdauert oder intermittierend ist, und andere werden in den meisten Fällen höchstens gestreift. Die Ursache dürfte sicher zum Teil darin liegen, daß man der Erscheinung noch wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat, zum Teil darin, daß es sich um Nachttiere oder Tiefseetiere handelt und sie in den meisten Fällen nur vereinzelt vorkommen. Daß Fischern und andern, die nachts auf dem Meere sich aufgehalten hatten, das Leuchten der Fische auch der häufigeren wie *Myctophum*, *Chauliodus* (bei Messina) wenig aufgefallen ist, mag vielleicht auch darauf beruhen, daß die Organe in der Regel das Licht ventrad werfen, von oben dasselbe also nicht so leicht gesehen wird. Ein anderer wichtiger Grund ist jedenfalls der, daß die meisten tot oder fast tot an die Oberfläche kommen, und nach dem Tode ein Leuchten bei der größten Zahl nicht mehr vorhanden und auch nicht mehr hervorgerufen werden kann. So z. B. hat man auf der Valdivia-Expedition fast jeden Fisch mit Leuchtorganen in die Dunkelkammer gleich nach dem Fang gebracht, aber in keinem Fall eine Lichterscheinung mehr beobachten können, nur als Formol dem Wasser in größerer Quantität zugesetzt wurde, ist bei vier Fischen unter den vielen gefangenen ein Leuchten für sehr kurze Zeit wahrgenommen worden. Sonderbar ist es aber, daß *Dactylostomias*, dessen Körper mit Leuchtorganen geradezu übersät ist, trotzdem er noch zwei Stunden nach dem Fang lebte, kein Leuchten zeigte, wie eine Notiz von Chun angibt, und besonders auffallend, daß *Porichthys* und *Maurolicus* trotz der großen Zahl von Leuchtorganen und obwohl ersterer tagelang im Aquarium lebte, ohne Einwirkung sehr starker Reizmittel niemals ein Leuchten zeigten. Andere dagegen wie *Myctophum* und die beiden Anomalopiden leuchten offenbar stets und sehr kräftig. Während bei den meisten mit dem Tode auch die Lichterscheinung zu Ende ist und auch nicht wieder hervorgerufen werden kann, dauert das Licht bei *Porichthys* selbst in abgeschnittenen Stücken noch 5—6 Stunden, ja das isolierte Organ der Anomalopiden leuchtet sogar noch stundenlang so stark, daß es als Köder beim Fischen benutzt werden kann.

Trotz dieser großen Lücken und des vielen Widersprechenden sind die Beobachtungen doch auch sehr wertvoll. Sie geben uns nämlich für Vertreter der Haifische, Scopeliden, Sternoptychiden, Stomiatiden, Anomalopiden und Batrachiden die Gewißheit, daß die Organe tatsächlich Leuchtorgane sind, und deshalb dürfen wir mit Sicherheit auch alle die Organe, die bei nicht im Leben beobachteten Gattungen derselben Familien vorkommen und ähnlichen Bau zeigen, in gleichem Sinn deuten. Damit ist wenigstens eine sichere Basis für die Lösung dieser schwierigen Frage gewonnen. Nur für die Pediculaten fehlt bisher noch jegliche Beobachtung. Ein *Melanocetus*, der auf der Valdivia-Expedition mit dem Vertikalnetz gefangen wurde, schwamm noch drei Stunden bis zu seiner Konservierung munter umher, aber irgendwelche Lichterscheinung, die von dem Tentakelorgan ausging, konnte nicht wahrgenommen werden, und auch das Zusetzen von Formol blieb ohne Wirkung. Hier fehlt also noch die Beobachtung.

Diese Gruppe unterscheidet sich von allen andern ja dadurch, daß hier das fragliche Organ am Ende eines Tentakels sitzt. Bei den Ceratiiden und Gigantactiniden würde man es ohne Bedenken meiner Ansicht nach als Leuchtorgan bewerten können, da hier fast

derselbe Bau wie bei den Organen anderer Leuchtfische vorliegt, nur daß eine Linse fehlt, und die Drüsenzellen offenbar sich ablösen und durch Platzen das Sekret entleeren. Aber anders liegen die Verhältnisse bei den Grundformen der Pediculaten, *Halicmetus* usw. Hier ist eine typische Drüse ohne irgend eine der Komplikationen vorhanden, welche wir bei den Leuchtorganen sonst finden. Selbst ein Pigmentmantel fehlt. Es ist ja sehr wohl möglich, daß in diesen beiden Richtungen, in denen sich die Pediculaten entwickelt haben, in der Ausbildung von pelagischen und Grundformen, auch das drüsige Organ am Ende des Tentakels in verschiedener Richtung sich differenziert hat.

4. Einige Betrachtungen über den Leuchtvorgang.

Während durch die Untersuchungen des letzten Jahrzehnts uns über den morphologischen Wert der Leuchtorgane der Fische ein befriedigender Aufschluß gegeben ist, ist die physiologische Seite noch sehr wenig berücksichtigt, ja man muß in Anbetracht des großen Interesses, das diese Erscheinung verdient, sagen, ganz auffallend wenig untersucht worden. Die Zusammenstellung der Beobachtungen und Experimente am lebenden Tier im vorigen Kapitel dürfte genügend gezeigt haben, daß Beschreibungen, die von überraschenden Lichteffekten, von dem wunderbaren Glanz, in dem die Leuchtorgane erstrahlen, und dgl. reden, und Abbildungen, die die Leuchtfische von einer großen Lichthülle umgeben zeigen, bis jetzt außer für das Organ der Anomalopiden sehr wenig Berechtigung haben; im Gegenteil das bis jetzt vorliegende Material, um über die Natur dieser Erscheinung klar zu werden, muß als sehr dürftig bezeichnet werden. Der wertvollste Beitrag sind die Beobachtungen und Experimente Greene's (1899). Von den Tiefseeexpeditionen, die größere Gebiete abstreifen und ihren Ort fortwährend wechseln, ist wenig Aufklärung für diese Frage zu erwarten. Eine experimentelle Untersuchung würde hier schon deßhalb wenig Erfolg haben, weil die Tiefseefische in den weitaus meisten Fällen tot oder fast tot an die Oberfläche kommen. Dagegen ist meiner Ansicht nach die Frage sehr gut zu fördern an Orten wie Messina, wo die Auftriebströmungen Myctophiden, *Argyropelecus*, *Chauliodus*, *Maurolicus* u. a. in größerer Zahl lebend an die Oberfläche führen, oder an Fischen, die wie viele Myctophiden nachts sicher in die oberen Wasserschichten aufsteigen. Es müßten sich auch Methoden finden lassen, um Leuchtfische in gutem Zustande auch aus tieferem Wasser zu erlangen und längere Zeit zu erhalten.

Wenn man daher jetzt sich eine Ansicht über das Leuchten der Fische bilden will, so kann man es fast nur auf Grund der morphologischen Verhältnisse und der Beobachtungen und Experimente, die bei anderen, besonders Meerestieren, bei denen die Lichterzeugung in bestimmten Organen lokalisiert ist, gemacht worden sind. Von einer Darstellung der früheren Ansichten über das Leuchten der Tiere sehe ich ab, da eine solche bereits von Giesbrecht (1895) gegeben ist, und die wenigen später geäußerten Ansichten sich den früheren ohne Weiteres anschließen lassen.

In Bezug auf die Auffassung des Leuchtvorgangs stehen sich zwei Ansichten gegenüber. Nach der einen ist das Leuchten ein physiologischer Vorgang, der sich am lebenden Protoplasma abspielt, nach der andern dagegen ist es ein chemischer (oder, wie Giesbrecht es auch für möglich hält, ein physikalischer) Vorgang, der sich am toten Produkt des Protoplasmas, dem

Leuchtstoff, abspielt, und bei dem das Protoplasma nur insoweit beteiligt ist, als es diesen Stoff bildet und unter der Einwirkung von Reizen den Bedingungen aussetzt, unter welchen die Lichterscheinung eintreten kann. Während vor allen Pflüger (1875) die erstere Ansicht vertrat, sind es Radziszewski (1880) und später Giesbrecht (1895) besonders gewesen, welche im Leuchten nur einen chemischen Vorgang sehen wollen. Giesbrecht hat das Verdienst, daß er durch seine Beobachtungen am lebenden Tier (Copepoden) und durch seine Untersuchungen des Leuchtstoffes meiner Ansicht nach diese Auffassung einwandsfrei begründet hat. Wenn das Leuchten bei Copepoden erst entstehen kann, wenn das Sekret einer Drüse entleert wird und mit dem Wasser in Berührung kommt, und weiter wenn man die Tiere trocknen kann und das Sekret auch dann, selbst noch nach drei Wochen, entfernt vom lebenden Protoplasma, durch Zusatz von Wasser, Salzlösungen, Ammoniak und Glycerin zum Leuchten gebracht werden kann, dann ist nur der Schluß möglich, daß das Leuchten kein vitaler Vorgang sein kann. Dieselbe Ansicht wird überall dort richtig sein und ist auch von den betreffenden Forschern vertreten worden, wo Sekret einer Drüse entleert wird und erst außerhalb im Wasser die Lichterscheinung auftritt, und ebenso dort, wo das Sekret noch nach dem Tode des Tieres und isoliert leuchtet. Bei Ostracoden, bei der Untergattung *Pyrocypris*, tritt das Leuchten nach G. W. Müller (1891) erst außerhalb des Tieres auf, ebenso nach Doflein (1906) bei einer *Halocypris*-Art. Eine *Gnathophausia* stieß, wie auf der Valdivia-Expedition (Chun 1903, p. 569, Illig 1905) beobachtet wurde, bei der Berührung aus Drüsen plötzlich intensiv leuchtende Sekretfäden aus, deren Licht noch kurze Zeit dauerte, während das Tier sich in eine Ecke zurückgezogen hatte. Nach W. Th. Meyer (1906) spritzt *Heteroteuthis* (Myopsiden) beim Reizen durch Berührung ein leuchtendes Sekret aus. Möbius berichtet schon 1880 (p. 56) folgendes: „Als ich einen fliegenden Fisch (der auf Deck geflogen war) aufnahm, leuchtete eine Stelle seines Hinterkörpers sehr stark. Eine nähere Untersuchung ergab, daß die leuchtende Masse aus dem Innern seines Körpers kam. Ich schnitt ihn auf und fand seinen ganzen Nahrungskanal mit Resten mikroskopischer Krebschen angefüllt, von welchen ein lebhaft blaugrünes Licht ausging, das hernach noch über eine Stunde anhielt." Bei *Pholas* konnte Dubois (1892), nachdem er die Tiere ausgetrocknet hatte, noch drei Monate später, wenn er sie mit Wasser in Berührung brachte, eine Lichterscheinung hervorrufen.

Auch das Leuchten der Fische wird von den meisten Autoren als ein chemischer Vorgang, der an ein besonderes Sekret gebunden ist, aufgefaßt. Ich kann ebenfalls nur diese Ansicht vertreten, da meine Untersuchungen alle Organe ohne Ausnahme nur als Drüsen auffassen lassen und in fast allen ein gleiches körniges Sekret nachgewiesen haben. Nur für die Organe der *Myctophum*-Arten zeigte sich dieses Sekret nicht so klar, aber auch für sie muß dieselbe Auffassung gültig sein, weil der Bau der Organe bei der verwandten Gattung *Neoscopelus* sie nur als drüsige Organe bewerten läßt. Aber in mancher Hinsicht müssen bei den Fischen die Verhältnisse anders liegen. Wir haben hier zu unterscheiden zwischen offenen und geschlossenen Leuchtdrüsen. Für die ersteren könnte man annehmen, daß das Sekret entleert wird und nach der Entleerung im Wasser leuchte, wie es bei Copepoden u. a. der Fall ist. Für das Tentakelorgan der Malthiden und von *Chaunax* (falls es sich hier überhaupt um Leuchtorgane handelt, was erst durch die Beobachtung bewiesen werden muß), mag dieses zutreffen. Hier fehlt ein Reflektor und Pigmentmantel, und auch die Lage des Organs macht ein

Leuchten des Sekrets innerhalb der Zellen unwahrscheinlich. Dagegen bezweifle ich, daß auch bei den übrigen Fischen mit offenen Leuchtdrüsen das Leuchten erst außerhalb auftritt. Denn bei den Ceratiiden, Gigantiniden, bei *Gonostoma elongatum*, *Diplophos* und *Neoscopelus* würde man dann nicht das Vorhandensein eines Reflektors, Pigmentmantels und — bei *Diplophos* und wahrscheinlich auch bei *Neoscopelus* — einer Linse verstehen. Diese Teile können doch nur wirksam sein, wenn das Licht im Organ selbst entsteht. Für das ausgestoßene Sekret sind sie sogar wirkungslos, weil der Ausführungsgang bei jenen beiden Gattungen nicht vor der pigmentfreien Seite des Organs ausmündet, sondern seitwärts. Bei den Ceratiiden und *Gigantactis* freilich ist die pigmentfreie Seite so schmal, daß man eher annehmen möchte, der Pigmentmantel diene zum Verdecken des Lichtes innerhalb des Organs denn zur Lokalisierung. Leider ergab, wie schon erwähnt wurde, der eine *Melanocetus*, der auf der Valdivia-Expedition noch mehrere Stunden nach dem Fang lebte, für die Entscheidung dieser Frage kein Resultat. Wenn aber auch das Leuchten schon innerhalb des Organs auftritt, so könnte im Uebrigen der Vorgang doch gleich sein, da hier ja durch den offenen Ausführungsgang Wasser in das Innere gelangen kann. Besonders bei *Gigantactis* und seinen Verwandten mag dieses der Fall sein, da hier das Sekret durch Loslösen und Platzen der Drüsenzellen im weiten centralen Lumen frei wird.

Sicher muß aber in allen denjenigen Fällen, in denen die Leuchtdrüsen geschlossen sind, der Leuchtvorgang im Innern des Organs sich abspielen. Denn eine Entleerung des Sekrets nach außen erscheint völlig ausgeschlossen. Es ist keine Verbindung mit dem Wasser vorhanden, und die Organe liegen meist so tief und von anderem Gewebe derart bedeckt, daß etwa ein allmähliches Hinaufrücken von Drüsenzellen und ein Platzen an der Oberfläche völlig ausgeschlossen werden muß. Diese geschlossenen Organe, welche die größte Zahl der Leuchtfische besitzen, gleichen in ihrer Lage und ihrer Abgeschlossenheit sehr denen, die uns durch Sars und Chun bei den Euphausiden, durch Joubin, Hoyle und Chun bei den Oigopsiden unter den Cephalopoden bekannt geworden sind. Sie zeigen einen ganz ähnlichen zusammengesetzten Bau wie die größeren Organe der Fische, indem außer dem Leuchtkörper noch ein Pigmentmantel, Reflektor und eine Linse differenziert sind. Da der Leuchtkörper einen eigenartigen Bau zeigt, der von einem drüsigen Charakter nichts erkennen läßt, so fassen die Autoren sie nicht als Drüsen auf und bezeichnen sie als Organe sui generis. Es erscheint deshalb auch schwierig, das Leuchten bei ihnen als einen chemischen Vorgang aufzufassen. Indessen möchte ich damit die Möglichkeit einer solchen Auffassung noch nicht abweisen. Wenn man sich vorhält, daß bei den Fischen wir alle Uebergänge zwischen den offenen und geschlossenen Organen haben, und die Differenzierung von der einfachen typischen Drüse bis zu einem komplizierten Organ allmählich sich erhebt und letztere wie bei *Myctophum* besonders in Bezug auf den Leuchtkörper so abweichenden Bau erreichen kann, daß eine Ableitung von einer Drüse fast ausgeschlossen erschien, so scheint mir, daß auch die geschlossenen Organe der Euphausiden und Oigopsiden eine gleiche Bewertung verdienen, zumal andere Leuchtorgane in diesen Gruppen sicher Drüsen sind, und bei den Myopsiden als erste Komplikation schon ein Reflektor ausgebildet ist. Wichtig ist auch die Angabe von Sars (1885, p. 71), daß man den Streifenkörper der Euphausiden isolieren kann, und er noch längere Zeit fortleuchtet. Ob er dem „Leuchtstoff" gleichzusetzen ist, der von den ihn umschließenden großen Zellen gebildet wird oder ob der fein- oder grobkörnige Inhalt dieser Zellen diese Bedeutung hat, müssen weitere

Untersuchungen zeigen. Ein größeres Material mag vielleicht auch bei Schizopoden und Cephalopoden ähnliche Uebergänge zwischen dem einfachen offenen und dem zusammengesetzten geschlossenen Organ wie bei Fischen aufdecken.

Kehren wir aber zu den Fischen zurück! Da hier die Organe in allen Fällen Drüsen sind und da ein gleiches Sekret in stets gleichen Zellen vorhanden ist, so muß man meiner Ansicht nach, wenn man das Leuchten der offenen Organe als einen chemischen Vorgang auffaßt, dieselbe Auffassung auch für die geschlossenen vertreten, wie es auch Brandes, Greene, Gatti (mit Ausnahme von *Myctophum*) und Chiarini getan haben. Der Vorgang wird aber nicht überall in allen Punkten gleich verlaufen. Bei den Ceratiiden und Gigantactiniden wird das Sekret sicher durch Ablösen und Platzen der Zellen frei, bei Gonostomiden, *Diplophos*, *Neoscopelus* wird das Sekret offenbar auch nach außen oder wenigstens in das centrale Lumen entleert, aber die Drüsenzellen lösen sich nicht ab und gehen nicht zu Grunde. Wenigstens habe ich bei keinem Organ irgendwelche Anzeichen hierfür gefunden. In den Organen, welche keine Spur von einem Hohlraum mehr besitzen — es sind die meisten —, erfolgt die Lichtproduktion intracellulär. Ich habe zwar in einzelnen Fällen, besonders in den größeren postorbitalen Organen der Stomiatiden, zwischen den Zellsträngen Sekretmassen außerhalb der Zellen liegen sehen, aber ich möchte annehmen, daß durch Druck oder sonstige künstliche Einflüsse beim Fangen und Konservieren Zellen zum Platzen gebracht sind. In den flaschen- und becherförmigen Organen habe ich nichts dergleichen gesehen. Da alle Leuchtzellen das gleiche Aussehen bieten, so erfolgt offenbar ein Verbrauch der Zellen und ein Ersatz außerordentlich langsam. Nur in einzelnen Fällen konnte eine sehr schmale Zone aufgefunden werden, deren Zellen man wegen ihres mehr indifferenten Charakters als Ersatzzellen auffassen könnte, aber eine bestimmte Ansicht möchte ich nicht vertreten. In manchen Fällen, so besonders bei *Triplophos* sind zwischen den Zellen des Leuchtkörpers und des Linsenkörpers so viele Uebergänge vorhanden, daß man zu dem Schluß geradezu gedrängt wird, es möchten sich die Leuchtzellen in die Linsenzellen allmählich umwandeln, das körnige Sekret allmählich in eine homogene Masse sich verändern und die Zellen selbst zu Grunde gehen. In manchen Zellen des Linsenkörpers wurde keine Spur von Protoplasma mehr gefunden, der Kern war sehr klein, der einen Wand angedrückt oder zeigte andere Degenerationserscheinungen oder fehlte völlig. Für andere Organe z. B. die von *Vinciguerria*, *Ichthyococcus*, *Cyclothone* u. a. erscheint eine solche Umwandlung von fertigen Leuchtzellen aber völlig ausgeschlossen.

Wenn aber der Leuchtvorgang intracellulär sich abspielt, das Wasser nicht mit dem Leuchtstoff in Berührung kommen kann, so muß man fragen, woher der zur Oxydation nötige freie Sauerstoff kommt. Die meisten, so v. Lendenfeld, Brandes, Greene, Gatti, Giesbrecht nehmen an, daß er vom Blute zugeführt wird. So sagt Greene (1899, p. 689): „I am inclined to the belief that whatever regulation of the action of the phosphorescent organ occurs is controlled by the regulation of the supply of free oxygen by the blood stream flowing through the organ.“ Diese Ansicht wird man überall dort für die richtige halten, wo Blutgefäße in größerer Zahl in die Organe eindringen und sich zwischen den Leuchtzellen verzweigen oder sie umschließen. So ist es der Fall besonders bei *Myctophum*, *Neoscopelus*, bei den postorbitalen Organen der Stomiatiden, bei den sackförmigen der Gonostomiden und bei den suborbitalen der Anomalopiden. Die großen Plexus bei den ersteren oder die reiche Verzweigung bei den Stomia-

tiden oder das außerordentliche reiche Netz, das die zuletzt genannten Organe umgibt und ihre Wände einfaltet, läßt auf eine sehr starke Beteiligung der Blutgefäße an der Lichtproduktion schließen. Aber für sehr viele Organe ist das Bild ein ganz anderes. Entweder dringen nur ganz wenige Gefäße ein und verlassen das Organ, ohne sich weiter zu verzweigen, oder es sind solche innerhalb des Organs überhaupt nicht nachzuweisen und auch in der Umgebung sind sie nicht stärker entwickelt als in anderen Teilen der Haut. Man vergleiche z. B. nur ein postorbitales Organ und ein flaschenförmiges der Stomiatiden, dort ein großer Reichtum an Gefäßen innerhalb desselben, hier kein einziges oder nur ein sehr schwaches. Es ist aus dieser Verschiedenheit zwar noch nicht zu schließen, daß dort, wo die Organe sehr spärlich mit Blut versorgt werden, der zum Verbrennen des Leuchtstoffes notwendige Sauerstoff nicht vom Blut ihnen zugeführt wird, aber es scheint mir wohl der Schluß berechtigt, daß die Intensität des Lichtes je nach dem Grade der Blutzufuhr verschieden ist. Allerdings muß man Giesbrecht (1895, p. 685) darin Recht geben, daß bis jetzt noch nicht bewiesen ist, daß das Leuchten nur ein Oxydationsprozeß ist, wie es besonders Radziszewski behauptet hat, und daß es auch als möglich angenommen werden kann, daß auch ohne freien Sauerstoff die Lichterscheinung am Leuchtstoff entstehen kann, aber in den Fällen, in denen eine Berührung des Sekrets mit dem Wasser eintritt, und ebenso in denjenigen, in denen Blutgefäße in größerer Zahl ein Organ versorgen, scheint mir die erstere Annahme die wahrscheinlichere. Indessen nur Experimente, für welche die großen am Auge liegenden Organe von *Myctophum Rafinesquei* oder die Organe von *Argyropelecus* oder *Chauliodus* geeignete Objekte sein dürften, können diese Frage entscheiden.

Gegen die Auffassung, daß das Leuchten nur ein chemischer Vorgang und nicht ein physiologischer sei, scheinen die meisten Beobachtungen bei Fischen insofern zu sprechen, als nach ihnen das Leuchten mit dem Tode des Fisches sogleich aufhörte und auch durch kein Mittel wieder hervorgerufen werden konnte. So wird es von *Astronesthes*, *Myctophum*, *Chauliodus*, *Argyropelecus* und *Spinax* berichtet. Indessen scheint mir hierin kein Einwand zu liegen, denn wir haben auch zwei Beobachtungen, die anders lauten. Greene berichtet, daß Stücke von *Porichthys*, in ammoniakalisches Wasser gebracht, nach dem Tode noch 5—6 Stunden geleuchtet haben, und das große Leuchtorgan der Anomalopiden leuchtet isoliert sogar noch so lange fort, daß die Fischer es als Köder zum Fangen von Fischen an der Angel verwerten können. Diese Verschiedenheit der Beobachtungen möchte sich vielleicht so erklären, daß in letzteren Fällen die Organe zerdrückt und das Leuchtsekret mit dem Wasser in Berührung gekommen ist, in den ersteren dagegen dieses nicht möglich war und die Zufuhr von Sauerstoff durch das Blut mit dem Tode des Tieres aufhörte.

Noch in einem andern Punkte gehen die Beobachtungen auseinander. Ist das Leuchten kontinuierlich oder diskontinuierlich? und leuchten alle Organe gleichzeitig oder jedes für sich, bald dieses bald jenes? Nach den bisher vorliegenden Beobachtungen scheinen alle Möglichkeiten vorzukommen. Wenn wir absehen von den Fällen, in denen die Tiere bereits halbtot waren, da sie kein richtiges Urteil zulassen, so kommen folgende in Betracht. Nach Bennett leuchtete die Bauchseite von *Isistius brasiliensis* drei Stunden lang. Beer gibt für *Spinax* an, daß das Licht ebenfalls an der ganzen Bauchseite auftrat, weiter aber, daß „es in kurzen Intervallen verschwand, wieder zum Vorschein kam, beträchtlich intensiver wurde usw.“ Nach Grassi hat *Chauliodus* intermittierendes Licht. Während Reinhardt berichtet, daß bei *Astronesthes* „das

Licht kam und schwand und wieder kam", hat Vanhöffen ein kontinuierliches Leuchten beobachtet. *Myctophum*-Arten scheinen nach Nissen auch dauernd zu leuchten, sicher die Anomalopiden nach Weber und Steche. Dagegen lauten die Angaben Greene's für *Porichthys* und Mangold's für *Maurolicus* wesentlich anders. Ohne daß die Tiere heftig gereizt wurden, war überhaupt keine Lichterscheinung sichtbar, ja zwei Exemplare von *Porichthys*, die nicht ihre Eier bewachten, sondern aus tieferem Wasser kamen, leuchteten selbst nicht, wenn sie noch so kräftig gereizt wurden. Trat die Lichtproduktion ein, so leuchteten bei *Porichthys* alle Organe außer den am Rücken gelegenen rudimentären gleichzeitig und gleichmäßig, nur das suboculare leuchtete stärker, was wohl in seiner Größe begründet ist. Nach 20 Minuten wurde dann das Licht wieder schwächer und verschwand dann ganz. Bei *Maurolicus* begann das Leuchten in den Organen, die zuerst vom Reiz getroffen wurden, und verbreitete sich dann auch auf die übrigen. Wenn das Tier in Süßwasser gebracht wurde, leuchteten scheinbar gleichzeitig alle Organe.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß die Haifische, die Myctophiden, Anomalopiden, *Astronesthes* und wahrscheinlich auch *Chauliodus* kontinuierlich leuchten, wenn auch nicht immer mit derselben Intensität. Den Unterschied in den Beobachtungen Reinhardt's und Vanhöffen's in Bezug auf *Astronesthes* erkläre ich mir so, daß das Exemplar Reinhardt's nicht mehr so frisch war wie das von Vanhöffen beobachtete und daher nur noch das postorbitale Organ leuchtete. Reinhardt gibt nämlich ausdrücklich an, daß er nur am Kopf eine Lichterscheinung sah, und dann kann es sich nur um jenes Organ handeln. Ist dieses richtig, so würde, da dieses Organ drehbar ist, die obige Angabe Reinhardt's verständlich sein. Auch bei einem Exemplar von *Melanostomias* auf der Valdivia-Expedition wurde in der Dunkelkammer nur noch am postorbitalen Organ ein schwaches Licht gesehen. Es verschwand auch für kurze Zeit, um dann wieder aufzutreten, und diese Beobachtung war es, welche die Forscher zuerst auf die Drehbarkeit dieses Organs aufmerksam machte. Dagegen lassen die Beobachtungen Greene's, welche große Beachtung verdienen, weil er tagelang die Fische im Aquarium halten konnte, und ebenso diejenigen Mangold's, nur den Schluß zu, daß *Porichthys* und *Maurolicus* nicht dauernd leuchten, sondern, wenn sie überhaupt ohne Einwirkung ganz starker von außen kommender Reize leuchten, nur in gewissen Zeiten. In zwei Punkten scheinen mir aber die Beobachtungen übereinzustimmen, nämlich 1) darin, daß das Leuchten an allen Organen gleichzeitig und gleichmäßig erfolgte, wenn es eintrat (die Angaben Günther's, Chun's, Guppy's beziehen sich zum größten Teil auf schon fast tote Fische) und 2) darin, daß es einmal entstanden, nicht sofort wieder aufhörte, sondern eine Zeitlang fortdauerte und dann allmählich wieder verschwand. Für ein längeres Fortdauern sprechen ferner auch die drehbaren Organe der Stomiatiden und Anomalopiden; denn würde eine Unterbrechung des Leuchtvorgangs auf andere Weise erfolgen können, so wäre das Abdrehen und die starke laterale Pigmentschicht auf der Seite, nach der das Organ abgedreht wird, unverständlich.

Diese Betrachtungen stehen in engstem Zusammenhang mit der Frage, ob das Leuchten dem Willen des Fisches unterworfen ist oder nicht. Prüfen wir zunächst, was die Untersuchung des Baus der Leuchtorgane uns lehrt. Von den früheren Autoren, Leydig, Ussow, v. Lendenfeld u. a. ist ohne Ausnahme eine Innervierung der Leuchtorgane angegeben worden, in neuerer Zeit hat besonders Handrick sehr eingehend eine solche für *Argyropelecus* beschrieben. Auf

Grund meiner Untersuchungen kann das Eindringen von Nerven in alle Organe von *Myctophum*, *Neoscopelus* und in die postorbitalen und ähnlich gebauten der Stomiatiden nicht bestritten werden, dagegen muß ich für alle andern Organe, die ich untersucht habe, ebenso bestimmt angeben, daß keine Innervierung stattfindet, die Angaben der früheren Forscher mithin nicht richtig sind. Hierin befinde ich mich in voller Uebereinstimmung mit JOHANN, GREENE und STECHE, welche die Organe von *Spinax*, *Porichthys* und Anomalopiden untersucht haben. Die anderen haben sich durch Nerven, welche scheinbar zum Organ ziehen, hier aber nicht eindringen, sondern vorbeiziehen, oder durch kollabierte Blutgefäße täuschen lassen. In einigen Fällen drangen Aeste in einzelne Organe, sie können aber keine Bedeutung haben, da sie dieselben auf geradem Wege durchsetzen, ohne sich zu verzweigen. In allen Fällen, auch bei den zuerst genannten Formen und Organen zeigen die Nerven niemals eine solche Selbständigkeit, daß man sie als spezifische Leuchtnerven bezeichnen könnte. Vielmehr waren es stets Aeste von vorbeiziehenden Hautnerven.

Mit diesem negativen Resultat der histologischen Untersuchung stimmen auch die Beobachtungen des Leuchtens am lebenden Tier überein. Da elektrische Schläge, wie GREENE von *Porichthys* berichtet, die das Nervensystem schon stark reizten, wie die Muskelzuckungen bewiesen, noch kein Leuchten hervorbrachten, so ist nach ihm zu schließen, daß spezifische Nerven für die Leuchtorgane nicht vorhanden sind, sondern daß das Leuchten nur durch direkten Reiz der Drüsen erfolgt. Durch Andrücken des Fisches gegen die Wand trat ebenfalls eine Lichtproduktion ein. Ebenso wurde das Licht bei *Astronesthes* verstärkt, als VANHÖFFEN ihn mit der Pinzette drückte. Auch *Maurolicus* leuchtete außer durch Einwirkung von Süßwasser nur, wenn er auf einer Glasplatte durch Induktionsströme gereizt oder mit der Pinzette gedrückt oder mit der Hand seitlich etwas gequetscht wurde. Weiter spricht für eine Nichtbeteiligung der Nerven, daß es an allen Organen gleichmäßig auftrat und daß das Organ der Anomalopiden isoliert noch einige Stunden leuchtet.

Ob in allen den Fällen, in welchen sicher Nerven in die Organe eindringen und hier sich verzweigen, diese zu der Lichtproduktion in engerer Beziehung stehen, möchte ich noch bezweifeln. Für die Myctophiden scheint es der Fall zu sein, da hier die Nerven sich am Leuchtkörper selbst in reichem Maße verzweigen und enden, aber für die postorbitalen Organe ist es mir fraglich. Hier steht die Verwendung des im Organ erzeugten Lichtes sicher unter dem Willen des Tieres, indem es dasselbe durch Drehung des Organs wirkungslos machen kann, aber eine andere Frage ist, ob auch die Lichtproduktion in den Drüsenzellen nach dem Belieben des Tieres hervorgerufen und wieder unterbrochen werden kann. Sollte das erstere auch der Fall sein, so doch nicht das letztere, da das Abdrehen doch nur die Bedeutung haben kann, das fortdauernde Licht abzublenden, weil eine andere Möglichkeit für die Unterbrechung nicht vorhanden ist.

Wenn durch Nerven nicht der Leuchtvorgang eingeleitet wird, so müssen die Reize vom Protoplasma der Leuchtzellen ausgehen, und entweder wie bei der Sekretion anderer Drüsen fortdauernd Sekret erzeugt und fortdauernd dieses unter Lichterscheinungen oxydiert werden, oder aber, wie es z. B. bei *Porichthys* der Fall zu sein scheint, diese Vorgänge nur zu gewissen Zeiten oder mit größerer Stärke z. B. durch stärkere Blutzufuhr eintreten. Es können wahrscheinlich auch beide Vorgänge, Bildung des Leuchtstoffes und Verbrennung, getrennt erfolgen.

Darauf weisen die Beobachtungen Greene's an jenem Fisch, indem er ohne starke Reize keine Lichterscheinung zeigte, nach Anwendung solcher aber aufleuchtete. Würde man die Haut zerschneiden und so die Organe mit dem Wasser in direkte Berührung bringen, so würde man wahrscheinlich zu allen Zeiten ein Aufleuchten hervorrufen können, weil der Leuchtstoff vorhanden ist.

5. Biologische Bedeutung der Leuchtorgane.

Die Zusammenstellung der Beobachtungen, die über das Leuchten an lebenden Fischen gemacht sind, im dritten Kapitel lehrt ohne Weiteres, daß uns für die Entscheidung der Frage nach ihrem biologischen Wert fast jede Unterlage fehlt. Was bisher nach dieser Richtung ausgesprochen ist, sind nur Vermutungen und alle drehen sich um drei Möglichkeiten: entweder die Leuchtorgane dienen zur Anlockung der Beute oder zur Abschreckung der Feinde oder zur Orientierung ihrer Besitzer im Dunkel der Tiefsee. Dabei treten die einen für diese Möglichkeit ein und weisen die anderen ab, andere machen es umgekehrt, und wieder andere halten es für möglich, daß sie nicht einem, sondern mehreren Zwecken dienen. Einige Forscher sprechen dem Leuchten überhaupt keinen biologischen Wert zu, sie meinen, es handle sich ebenso wie bei *Noctiluca*, Echinodermen, Hydroidpolypen u. a. nur um eine Begleiterscheinung des Stoffwechsels, und es verdiene die gleiche Beurteilung wie manche Farben der Tiere oder ihrer Organe, die biologisch auch wertlos wären. Eine derartige Ansicht halte ich für verfehlt. Es handelt sich bei den Fischen um ein Licht, das scharf lokalisiert ist, und um Organe, die in ganz spezifischer Richtung ausgebildet sind und zur Wirkung des Lichtes ganz bestimmte Teile wie Linse, Reflektor, Pigmentmantel differenziert haben. Sie müssen für das Tier große Bedeutung haben, und die Frage nach derselben ist ebenso berechtigt wie die nach der Bedeutung der Augen oder anderer Organe.

Da Beobachtungen an lebenden Fischen so spärlich sind, so müssen wir versuchen, aus dem Vorkommen von Leuchtorganen, ihrem Bau, ihrer Lagerung, Anordnung u. a. uns eine Vorstellung über ihren biologischen Wert zu bilden, und weiter wird es dienlich sein, hierbei auch andere leuchtende Tiere des Wassers und des Landes, soweit bei ihnen das Licht von bestimmt lokalisierten und differenzierten Organen ausgeht, mit in die Betrachtung zu ziehen, da für sie zum Teil ein etwas größeres Material an Beobachtungen vorliegt. Ist der Bau auch nicht bei allen derselbe, so kann doch hinsichtlich des biologischen Wertes Uebereinstimmung herrschen.

Für die Beurteilung der Leuchtfische scheint es mir wichtig zu sein, zunächst darüber klar zu werden, in welchem Gebiete sie leben. Handelt es sich um echte Tiefseefische, d. h. um solche, welche dauernd, wenigstens im ausgebildeten Zustande unter 400—500 m leben, also in Regionen, die nach unserer jetzigen Kenntnis nicht mehr vom Sonnenlicht erreicht werden, oder sind es Fische, die nachts regelmäßig in die Oberflächenschichten aufsteigen oder nur in bestimmten Zeiten des Jahres, etwa zur Zeit der Fortpflanzung? Im ersteren Fall wird man weiter fragen, sind die leuchtenden Formen benthonische oder bathypelagische? und im letzteren Falle könnten die Tiere am Tage an der Grenze zwischen Hell und Dunkel, also in der Dämmerungszone (etwa 300—400 m) sich aufhalten, was wohl am wahrscheinlichsten erscheint, wenn sie jede Nacht aufwärts steigen, oder aber sie könnten einen Teil des Jahres in der eigentlichen

Tiefsee Tag und Nacht leben, einen anderen, in dem sie bis zur Oberfläche nachts aufsteigen, in der Dämmerungszone.

Derartige Fragen sind bei der Betrachtung und Beurteilung des Leuchtens der Fische wenig berücksichtigt. Selten schon hebt einer hervor, daß einige als Oberflächformen gelten müssen wie die Myctophiden, in den meisten Fällen werden die Fragen kurz damit erledigt, daß „die Leuchtfische der Tiefseefauna angehören", daß „Leuchten ein sicherer Charakterzug für Tiefseefische ist" und wie sonst die Aeußerungen lauten. Auch darüber liest man oft, besonders in populären Büchern merkwürdige, aber sehr bestimmt ausgesprochene Ansichten, wie groß die Zahl der Leuchtfische unter den Tiefseeformen ist. In der Regel heißt es „die Mehrzahl leuchtet" oder „die bei weitem größte Zahl" oder gar „Leuchten ist eine allgemeine Erscheinung bei Tiefseeformen" und dgl. Es lohnt sich deshalb schon, diese Fragen einmal näher zu prüfen. Die im „Systematischen Teil" gegebene Tabelle über die Tiefseefische und ihr Vorkommen hat mir dabei als Grundlage gedient. Es mögen die Zahlen, die im folgenden gegeben werden, einige Veränderungen erfahren. Eine Genauigkeit ist jetzt, wo wir noch so wenig Sicheres über die Tiefe, in der die meisten Fische leben, wissen, noch nicht möglich. Es kommt auch wenig darauf an, ob einige mehr oder weniger gezählt werden müssen. Die Zahlen sollen lediglich dazu dienen, unsere Vorstellungen etwas genauer zu gestalten als bisher.

Im ersten Kapitel (p. 118) habe ich bereits angeführt, daß Leuchtorgane nach unserem jetzigen Wissen bei 69 Gattungen und 239 Arten von Fischen vorkommen. Das ist ein ganz geringer Teil der bekannten Fische, auch nur der Meeresfische. Sie bilden aber nur etwa den fünften Teil der Fische, die man auf Grund der Angaben der Tiefen, in denen sie gefangen sein sollen, als sogenannte Tiefseefische rechnet. Diese umfassen nämlich 309 Gattungen und 1007 Arten. Eine derartige Rechnung ist aber völlig unkritisch und kann keine richtige Vorstellung geben.

Ich habe früher schon angeführt, daß mir die Natur der als Leuchtorgane gedeuteten Kopfplatten von *Ipnops* sehr zweifelhaft ist, nicht allein wegen des Baus, der nach den bis jetzt vorliegenden Angaben die Organe nicht als Drüsen erweist, sondern auch weil ich mir keine Vorstellung davon machen kann, welche Bedeutung bei blinden Formen ein Leuchtorgan haben soll, wenn es nicht geöffnet ist. Im letzteren Fall könnte das ausgespritzte Sekret als Schutzmittel in Frage kommen. Die Organe von *Ipnops* sind aber völlig geschlossen.

Unter den übrigen nehmen die Pediculaten entschieden eine besondere Stellung ein, indem sie nur ein Organ besitzen, dessen Sekret, wenn es überhaupt leuchtet, nur zur Wirkung kommen kann, wenn es nach außen gelangt, weil die pigmentfreie Wand in der auch die Oeffnung gelegen ist, viel zu klein ist, um ein Sichtbarmachen des Lichtes innerhalb des Organs zu ermöglichen. Bei allen anderen haben wir es mit wirklich „leuchtenden" Fischen im engeren Sinne zu tun, d. h. mit solchen, welche aus Organen dauernd oder periodisch Licht ausstrahlen. Dieses Leuchten ist es in erster Linie, das für die oben genannten Fragen in Betracht kommt. Lassen wir die Pediculaten bei Seite, so würden wir 21 Gattungen mit 53 Arten von den Fischen mit Leuchtorganen abzuziehen haben. Ob übrigens alle Ceratiiden in großen Tiefen leben, ist noch nicht sicher gestellt. Auf der Valdivia-Expedition kam z. B. ein *Melanocetus* so frisch an die Oberfläche, daß er sicher nicht in großer Tiefe in das Netz gekommen ist. Gehören nun die übrigen 47 Gattungen mit 184 Arten der Tiefsee an oder nicht?

Sicher sind nicht als Tiefseefische zu betrachten *Porichthys* (2 Arten), *Photoblepharon* und *Anomalops* (je 1 Art), da sie echte Litoralformen sind. Ferner müssen ausscheiden die meisten Myctophiden, wahrscheinlich alle Arten der Untergattungen *Myctophum*, *Lampadena* und *Diaphus* (mit 50 Arten); denn die meisten von ihnen sind nachts an der Oberfläche beobachtet. So z. B. sind alle, die Kapitän Nissen von seinen Reisen dem Hamburger Museum mitgebracht hat, nachts von ihm und zum Teil in großer Zahl an der Oberfläche gefangen. Reinhardt und Vanhöffen haben *Astronesthes* an der Oberfläche erbeutet, ja letzterer auch einen *Idiacanthus*. Es handelt sich hier, wohl gemerkt, nicht um Funde von toten oder halbtoten Tieren, die wie andere Tiefseefische gelegentlich an der Oberfläche gefunden sind, sondern um frische lebende Exemplare. Ich zähle ebenso auch nicht die in Messina durch die Auftriebströmungen regelmäßig in die höheren Schichten geführten *Argyropelecus*, *Gonostoma denudatum*, *Chauliodus*, *Maurolicus*, *Vinciguerria*, *Ichthyococcus* und andere hier mit. Dagegen verdienen einige von ihnen und noch andere deshalb eine Absonderung von den eigentlichen Tiefseefischen, weil sie auch sonst über 400 m gefangen sind, so *Vinciguerria*, *Maurolicus*, *Lychnopoles*, *Neoscopelus*, *Polyipnus*, *Sternoptychides* und weiter die Haifische *Laemargus*, *Isistius*, *Euprotomicrus*, *Paracentroscyllium*.

Rechnen wir diese noch von den Tiefseefischen ab, so bleiben nur 37 Gattungen und 112 Arten, welche von 309 Gattungen und 1007 Arten von Tiefseefischen leuchten, also nur etwa $^1/_9$. Meiner Ansicht nach gehört von diesen aber ein größerer Teil derjenigen Gruppe an, die nachts in die Oberflächenschichten aufsteigt; so möchte ich alle diejenigen hierher rechnen, die jenen bereits hier beobachteten nahe verwandt sind, besonders die Sternoptychiden *Yarrella*, *Valenciennellus*, *Triplophos*, *Diplophos*, *Bonapartia*, *Scopelopsis*. Außer den Leuchtorganen zeigen sie keinen einzigen Charakter, der vermuten ließe, daß man es mit Tiefseefischen zu tun hat. Ob weiter alle Stomiatiden dauernd in der Tiefsee leben, ist mir auch zweifelhaft. Wenn Formen wie *Astronesthes* und *Idiacanthus*, die durch ihre schwarze Farbe, schuppenlose Haut, Leuchtorgane so ganz als typische Tiefseetiere erscheinen, an der Oberfläche gefangen werden, dann möchte ich auch annehmen, daß z. B. solche wie *Chauliodus* und *Stomias* eine gleiche Lebensweise führen, ja noch eher, weil sie durch ihre Schuppen und Färbung viel mehr Oberflächenfischen ähnlich sind als Tiefseefischen. Man hat ja leider noch viel zu wenig nachts gefischt, ja nur in ganz wenigen Fällen hat man überhaupt bei nächtlicher Fischerei den Fischen Aufmerksamkeit geschenkt.

Sollte sich diese Ansicht, daß auch die zuletzt genannten Formen nicht dauernd der Tiefsee angehören, durch künftige Untersuchungen als richtig erweisen, so blieben als leuchtende Tiefseefische nur *Spinax* mit 3 Arten, *Centroscyllium granulatum*, 14 Stomiatiden mit 22 Arten, *Cyclothone* mit 5 Arten, *Sternoptyx* mit 2 und *Argyropelecus* mit 6 Arten und wahrscheinlich die Untergattung *Lampanyctus* der Gattung *Myctophum* mit 23 Arten übrig, d. h. ein so kleiner Bruchteil, daß vom Leuchten als „einer allgemeinen Erscheinung der Tiefsee“ keine Rede sein kann. Ob man nun die nachts in die Oberflächenschichten aufsteigenden, sonst in der Tiefsee lebenden Formen als „Tiefseefische“ rechnen will, ist eine Frage, um die es sich hier nicht handelt. Hier handelt es sich nur darum, ob das Leuchten als eine Erscheinung aufzufassen ist, die sich erst oder nur unter dem Einfluß des völligen Mangels an Sonnenlicht, in der Tiefsee im engsten Sinne ausgebildet hat oder aber in der Dämmerungszone oder im Dunkel der Nacht

in den Oberflächenschichten. In Bezug auf diese Frage scheint mir die bisherige fast allgemein vertretene Ansicht durch die angeführten Zahlen stark erschüttert zu sein.

Man wird mir wahrscheinlich entgegenhalten, daß die von mir vorgenommene Sonderung zu weit geht, daß es sich bei jenen nachts an der Oberfläche beobachteten Fischen doch nur um vereinzelte Funde handelt, und man ebensogut schließen könne, daß, wenn *Sternoptyx*, *Argyropelecus*, *Ichthyococcus*, *Melanostomias* u. a. von mir als dauernd in der Tiefsee lebende Fische bewertet werden, ihre Verwandten eine ähnliche Lebensweise führen werden und ihr Aufsteigen aus der Tiefe in die höheren Schichten als eine sekundäre Erscheinung aufzufassen sei, erst sich ausgebildet habe, nachdem die Leuchtorgane sich in der Tiefsee gebildet haben.

Es kommen für mich aber noch andere Bedenken hinzu.

In der Gattung *Myctophum* haben wir 4 Untergattungen. Unter ihnen unterscheidet sich *Lampanyctus* besonders dadurch von den anderen, daß die Leuchtorgane viel kleiner sind, bei größeren Exemplaren so klein, daß sie nicht wie bei den andern sogleich bei makroskopischer Betrachtung als glänzende, Perlen gleichende Gebilde auffallen, sondern im Gegenteil nur mit Mühe ihre Zahl und Anordnung festgestellt werden kann. Ferner sind auch die „Leuchtschuppen", die präkaudal, bei einigen auch an andern Stellen des Körpers liegen, durchweg ohne einen glänzenden Reflektor, während die ihnen gleichzusetzenden „Leuchtplatten" der Untergattungen *Myctophum* und *Lampadena* ihn in sehr starker Entwicklung zeigen. Nun ist auffallend, daß man an der Oberfläche fast nur Arten der andern Untergattungen getroffen hat, dagegen nicht oder selten *Lampanyctus*-Arten, andererseits die drei Exemplare, welche von dieser Gattung überhaupt in Schließnetzzügen zwischen 800—600 m und 1000—800 m auf der Valdivia-Expedition gefangen wurden, der Untergattung *Lampanyctus* angehören. Schwerlich kann man von diesen annehmen, daß sie regelmäßig nachts in die Oberflächenschichten aufsteigen.

Einen andern ähnlichen interessanten Fall bietet die Gattung *Cyclothone*. Sie umfaßt 6 Arten. Die eine, *C. signata*, ist wenig pigmentiert und hat die größten Leuchtorgane, die andern sind dunkler bis schwarz, ihre Leuchtorgane sind kleiner und bei einer Art, der am stärksten pigmentierten sind sie fast ganz rückgebildet. Durch die übereinstimmenden Vertikalfänge der Valdivia-, Gauß- und Maja-Expedition und von Woltereck ist nachgewiesen, daß die dunklen Formen sich unter 700 m aufhalten, die helle dagegen noch höher ihr Gebiet ausdehnt. Die obere Grenze ist nicht bekannt.

Diese Erscheinungen sind um so bemerkenswerter und ihre Beurteilung erscheint um so wichtiger, als wir auch bei anderen Tieren ein ähnliches Bild antreffen. Daß Protozoen, Medusen, Pyrosomen u. a., die leuchten, zum größten Teil den Oberflächenschichten angehören, nicht der Tiefsee, möge nur kurz erwähnt werden. Auffallend ist, daß die leuchtenden Copepoden nicht nur einen geringen Prozentsatz dieser Krebse nach Giesbrecht ausmachen, sondern auch, soweit ich weiß, alle dem Pelagial angehören. Unter den Ostracoden gehören die Arten der Untergattung *Pyrocystis* nach Müller demselben Gebiet an. Von den Mysideen und Euphausiden haben die in den höheren Schichten lebenden nach Sars und Chun die meisten Leuchtorgane, dagegen den am meisten der Tiefsee angepaßten Gattungen *Arachno-*, *Caesaromysis* und *Stylocheiron* fehlen sie ganz oder sie sind in der Zahl stark reduziert. Wie weit die leuchtenden Oigopsiden den höheren Schichten und der Tiefsee angehören, läßt sich auf Grund des vorliegenden Materials noch nicht sicher sagen, aber bemerkenswert ist, daß eine der prächtigsten

leuchtenden Formen, *Lycoteuthis diadema* Chun, völlig frisch an die Oberfläche kam und bis zur Konservierung lebte, was nicht auf eine größere Tiefe des Vorkommens schließen läßt.

Wir haben hier also dieselbe Erscheinung wie bei jenen Fischen, eine Abnahme der Leuchtorgane nach der Tiefe zu, eine bessere Ausbildung und stärkere Verbreitung bei den in höheren Schichten lebenden Formen. Diese übereinstimmenden Erscheinungen scheinen mir nur den Schluß zuzulassen, daß man die Ausbildung von Leuchtorganen nicht als eine für die Tiefsee charakteristische Erscheinung hinstellen kann, sondern daß sie sich, wenn nicht nur, so doch jedenfalls ebenso sehr in den höheren Schichten in Beziehung zum Dunkel der Nacht oder zum Dunkel der Dämmerungszone, welche zwischen dem durchlichteten oberflächlichen Pelagial und dem dunklen Bathypelagial liegt, ausgebildet haben, daß sie dagegen, je mehr die Formen dem dauernden Aufenthalt in der eigentlichen Tiefsee sich anpassen, auch wieder verlieren. Ob nun die Dämmerungszone das Gebiet gewesen ist, in dem die Tiere leuchtend geworden sind, und sie von hier aus dann nachts in die Oberflächenschichten wieder aufwärts gestiegen sind, oder ob in den Oberflächenschichten das nächtliche Dunkel der äußere Faktor gewesen ist, unter dessen Einfluß die Organe entstanden sind, und die Fische dann in die Tiefe hinabgewandert sind und sie nur nachts oder zu bestimmten Zeiten in die alten Gebiete zurückkehren, das sind Fragen, die wahrscheinlich für verschiedene Fische verschieden beantwortet werden müssen. Man muß hierbei bedenken, daß fast alle bathypelagischen Formen von der Oberflächenfauna stammen, und die Beziehungen zwischen beiden heute noch derart enge sind, daß viele ihre Entwicklung in den höheren Schichten durchmachen oder nachts aufsteigen oder nur dort wahrscheinlich eine größere Tiefe erreicht haben, wo auch die warmen Temperaturen der höheren Schichten tiefer hinabreichen.

Dann möchte ich noch auf zwei wichtige Tatsachen hinweisen. Auf die Frage, ob die Leuchtfische pelagisch oder am Grunde leben, erhalten wir die Antwort: nur pelagisch. Unter den Pediculaten sind zwar *Chaunax* und die Malthiden im Besitz von Drüsen, deren Sekret vielleicht im Wasser leuchtet. Aber, wie ich oben schon sagte, kann man sie den „leuchtenden" Fischen nicht gleichstellen. Von ihnen sind die Gattungen *Chaunax*, *Malthopsis*, *Dibranchus*, *Halieutaea* ganz oder mit einigen Arten auch im Litoral vertreten. Da die von Günther und v. Lendenfeld als Leuchtorgane beschriebenen Organe von Grundfischen diese Bezeichnung auf Grund ihres Baus nicht verdienen, sondern Sinnesorgane sind, so ist bis jetzt kein einziger Grundfisch weder des Litorals noch des *Benthos* bekannt, der leuchtet. Diese Erscheinung ist natürlich nicht für die oben erörterte Frage heranzuziehen, da hier die Ursache der Nichtausbildung von Leuchtorganen offenbar in der Lebensweise am Grunde zu suchen ist.

Auf eine andere interessante Tatsache hat schon de Kerville (1893) hervorgehoben, nämlich das Fehlen jeglicher Leuchtorgane bei der Süßwasserfauna. Diese Tatsache ist um so auffallender, als die Lebensbedingungen, besonders die Lichtverhältnisse in tiefen Seen ganz ähnliche sind wie im Meere, und auch Copepoden und Fische, weiter auch Protozoen vertreten sind. Wie Forel (1885) zuerst begründet hat, hat man die Seenfauna von der Litoralfauna des Meeres abzuleiten, und die heutige pelagische Süßwasserfauna hat sich aus der Uferfauna in den Seen erst neu herausgebildet. Es ist möglich, daß im Süßwasser nicht die Bedingungen vorhanden sind, um eine Lichtproduktion bei den Tieren hervorzurufen, aber wahrscheinlicher ist es mir, daß, da auch in der Litoralfauna des Meeres diese Erscheinung nicht

entstanden ist, nur solche Formen in das Süßwasser eingewandert sind, die wie die meisten marinen nicht fähig gewesen sind, Leuchtorgane zu differenzieren.

Gehen wir nunmehr zur Untersuchung der Hauptfrage nach der biologischen Bedeutung der Leuchtorgane über.

Wenn wir von der zuerst gegebenen Ansicht, daß die Leuchtorgane accessorische Augen sind, und von der nicht diskutierbaren, daß das Licht zur Erleuchtung der Tiefsee für andere Tiere dient, absehen, so sind folgende geäußert. Die meisten, so Günther, v. Lendenfeld, Emery, Brandes, Chun, Steche sehen in ihnen Lockmittel. Diese Ansicht ist wohl die nächstliegende, weil es ja bekannt ist, daß durch Licht Fische und andere Tiere angelockt werden. Die Leuchtorgane der Anomalopiden werden als Köder ja direkt verwandt. Sie hat nur, wie Chun schon hervorhebt, das Bedenkliche, daß nicht nur die Beutetiere, sondern auch die Feinde dadurch angezogen werden. Die meisten von ihnen nehmen weiter an, daß einige Organe, besonders die in der Umgebung des Auges liegenden dazu dienen, die Besitzer über den Weg zu orientieren oder die nächste Umgebung zu erleuchten. Einige geben ihnen auch den Wert von Schreckmitteln. Durch blitzartiges Aufleuchten könnten sie Feinde erschrecken und die Besitzer selbst sich unter der Wirkung des Mittels zurückziehen. Günther hebt dagegen hervor, daß es zum Entfliehen für die Fische günstiger wäre, wenn sie das Licht auslöschen würden. Wie man sieht, treten die Forscher für eine vielseitige Bedeutung der Leuchtorgane ein. Dieses scheint mir auch der einzig richtige Standpunkt zu sein. Ebenso wie andere Drüsen den verschiedensten Leistungen dienen, so auch hier die Leuchtdrüsen, um so mehr als sie durch ihre Mannigfaltigkeit in der Lage, Anordnung, Größe und im Bau geradezu zu dem Schluß drängen, daß eine schematische Beurteilung aller Leuchtorgane der denkbar verkehrteste Weg wäre, um zu einer Lösung zu gelangen. Organe, die an beweglichen Anhängen sitzen, müssen einen andern biologischen Wert haben als solche, die in dem Körper liegen, ebenso solche einen andern, welche in der Nähe des Auges gelegen sind, als die seitlich oder präcaudal gelegenen usw.

Wenn man ein Organ wie dasjenige betrachtet, welches am Ende des ersten Strahls der Rückenflosse bei *Chauliodus* liegt, so kann man kaum eine andere Bedeutung ihm geben, als die, daß sein Licht zum Anlocken dient. Der Strahl ist enorm verlängert, von den andern isoliert und kann nach vorn weit über den Kopf hinaus geschlagen werden. Zum größten Teil ist er steif, nur das letzte Ende fadenartig, und hier sitzt ein kleines Leuchtorgan. Das ganze Gebilde erinnert so an eine Angel mit dem Köder, daß man ihm nur eine ähnliche Bedeutung zuschreiben kann. Das Tier kann nach Belieben die Angel auslegen oder durch Zurückschlagen des Strahls hochziehen. Wir haben es weiter hier mit einem mächtigen Raubfisch zu tun, wie das gewaltige Gebiß anzeigt, und ferner besitzt der Fisch ein drehbares, größeres, postorbitales Organ, mit dem es die Umgebung des Kopfes nach Belieben ableuchten und die Annäherung der Beute beobachten kann.

Dieses Tentakelorgan von *Chauliodus* verdient auch noch aus dem Grunde Beachtung, als es uns ein Beispiel gibt, wie unter Rückbildung eines andern, wahrscheinlich dem gleichen Zwecke dienenden Organs ein neues an ganz anderer Stelle sich ausgebildet hat. Denn bei fast allen andern Stomiatiden treffen wir eine Barbel, die an ihrem Ende auch ein Leuchtorgan trägt. Bei *Stomias* ist sie noch wenig lang und auch noch nicht mit besonderen Muskeln versehen, dagegen bei *Idiacanthus*, *Macrostomias*, *Melanostomias*, *Dactylostomias* erreicht sie eine außerordent-

liche Länge und ist zum Teil sehr kompliziert gebaut, und bei *Idiacanthus* (wahrscheinlich auch bei den andern) ist sie durch mehrere kräftige Muskeln beweglich. Wahrscheinlich wird auch sie beim Schwimmen nach vorn abwärts gehalten und dürfte ebenfalls zur Anlockung der Beute dienen. Die Tastfäden, die bei ihnen, besonders reich bei *Macrostomias* (vgl. systemat. Teil Taf. III, Fig. 2) am Ende der Barbel entwickelt sind, dienen vielleicht dazu, den Erfolg der Anlockung anzuzeigen oder die Barbel gegen Beschädigungen zu schützen. Bei allen finden wir auch ein drehbares postorbital gelegenes Organ, und alle zeigen durch ihr stark entwickeltes Gebiß, daß sie kräftige Raubfische sind, die sich vornehmlich von andern Fischen nähren. Eine solche Barbel ist einst auch bei *Chauliodus* entwickelt gewesen, aber bis auf ein sehr kurzes, makroskopisch sehr wenig auffallendes Fädchen rückgebildet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Rückbildung eingetreten ist mit der Differenzierung des Tentakels und seines Organs. Durch die Steifheit, die Länge, die mehr gesicherte Lage auf dem Träger und dadurch, daß das Leuchtorgan vor den Kopf gebracht werden kann, ist er offenbar eine weit vollkommere Angel als eine Barbel.

Es ist sehr interessant, daß ähnliche Organe am Ende isolierter Strahlen der Rückenflosse sich auch in einer ganz andern Familie, nämlich in der der Pediculaten ausgebildet haben. Wie schon im speziellen Teil dargestellt wurde, sind hier drei oder vielleicht vier Richtungen in der Umbildung der Tentakel vorhanden. Den Beginn treffen wir bei *Lophius*, indem hier mehrere Strahlen von der Rückenflosse sich abgesondert haben, frei voneinander geworden und nach vorn auf der Kopfscheibe vorgerückt sind. Die vordersten zwei sind länger und besitzen eigentümliche fahnenartige Anhänge. Nach einer Untersuchung scheinen an diesen keine Drüsen, auch nicht einmal eine stärkere Ansammlung von Schleimzellen vorhanden zu sein, aber ich halte es noch nicht für ausgeschlossen, daß letzteres doch der Fall ist und daß die Zellen vielleicht auch leuchtendes Sekret absondern. Sollte diese Vermutung nicht zutreffen, so würde das fahnenartige Organ offenbar nicht das Ausgangsstadium für die Tentakelorgane der übrigen gewesen zu sein, da sie ihre Anfänge nur in Gruppen von Schleimzellen gehabt haben können.

Bei einem Teil der übrigen Formen sehen wir nun zunächst, daß ein Strahl mehr und mehr die Oberhand gewinnt, die andern sich dagegen rückbilden, zum Teil, wie im speziellen Teil näher dargestellt wurde, in den Dienst des ersteren treten. Bei den Ceratiiden verlängert sich dieser eine Strahl mehr und mehr und rückt zugleich weiter nach vorn, bis er bei *Gigantactis* an die Spitze der Schnauze sich verlagert hat. Die nahe dem Ende sitzende Drüse öffnet sich dorsal und ist bei allen von einem Reflektor und Pigmentmantel umgeben. Bei *Chaunax* und den Malthiden dagegen wird der Tentakel sehr kurz, rückt auch nach vorn, hier aber in eine Nische. Das Organ ist auch eine dorsal geöffnete Drüse, hat aber keinen Reflektor und keinen Pigmentmantel und weiter gehen bei der Entleerung des Sekretes die Zellen nicht durch Ablösen und Platzen zu Grunde wie bei jenen. Die Drüse wird zum Teil viel größer, lappig. Bei *Coelophrys* erreichen diese Differenzierungen nach unserer jetzigen Kenntnis die höchste Stufe.

Diese Verschiedenheit der Entwicklung bei den Ceratiiden und bei *Chaunax* und den Malthiden wird aus der verschiedenen Lebensweise verständlich. Erstere leben pelagisch, letztere sind Grundformen, die wenig beweglich sind. *Chaunax* mit seinem weichen Körper dürfte mehr auf weichem Grunde frei sich bewegen, während die andern, besonders die mit Stacheln reichlich bewaffneten Arten auf oder in sandigem oder steinigem Boden sich auf-

halten dürften. Zum Schutz des Tentakelapparates ist die Verlagerung in die Nische erfolgt. Die Verkürzung des Tentakels bringt das Organ dem Maule näher und macht es bei diesen sicher wenig beweglichen, möglicherweise sogar etwas in den Boden eingegrabenen Tieren leistungsfähiger.

Eine andere Richtung treffen wir noch bei den Aceratiiden, indem hier der Tentakel völlig rückgebildet ist. Daß er ausgebildet gewesen ist, lehrt das Vorhandensein des Strahlenträgers in gleicher Lage und ähnlicher, nur schwächerer Ausbildung wie bei den Ceratiiden. Ob hier ein Tentakelorgan entwickelt gewesen ist, und die Aceratiiden von den Ceratiiden abzuleiten sind, oder aber von solchen, die wie *Lophius* nur einen Tentakelapparat ohne ein besonderes drüsiges Organ besessen haben, läßt sich nicht entscheiden, da Zwischenstadien bis jetzt nicht bekannt sind.

Bei einigen Ceratiiden z. B. bei *Ceratias Couesi* finden sich ähnliche Organe an sehr kurzen Strahlen weiter hinten am Vorderende der zusammenhängenden Rückenflosse. Vielleicht sind sie den hinteren isolierten Strahlen von *Lophius* gleich zu setzen.

Abgesehen von diesen letzteren ist die Lage der Organe eine gleiche wie bei *Chauliodus*, der Tentakel wird, wie der auf der Valdivia-Expedition lebend gefangene *Melanocetus* zeigte, beim Schwimmen nach vorn über den Kopf gerichtet und kann durch Muskeln nach hinten zurückgeschlagen werden. Man wird ihm deshalb wohl auch eine ähnliche Bedeutung wie dem Tentakel von *Chauliodus* zuschreiben, aber es sind einige Bedenken vorhanden. Da die Organe offen und bei den Ceratiiden außer an der kleinen Oeffnung das Innere ganz vom Pigmentmantel umschlossen ist, so kann von einem dauernden Licht, wie es das geschlossene Organ von *Chauliodus* vielleicht ausstrahlt, keine Rede sein, sondern das Sekret kann nur außerhalb der Drüse zur Wirkung kommen, und dann wie bei den offenen Drüsen der Krebse und Cephalopoden unter der Wirkung plötzlicher Reize. Bei Formen wie *Melanocetus*, *Gigantactis*, welche sicher große Raubfische sind, könnte man noch am ehesten annehmen, daß das Licht des Sekretes zum Anlocken der Beute diene, aber fraglich ist es bei solchen, die nach ihrem kleinen Maul oder wenig entwickeltem Gebiß zu urteilen nur von kleinen Tieren sich nähren. Es kommt hier z. B. bei *Ceratias Couesi* weiter hinzu, daß ganz gleichartige Organe hinten auf dem Rücken sitzen und diese können, da sie ganz außerhalb des Gesichtsfeldes liegen, nicht die Bedeutung von Lockmitteln haben. Erwägt man weiter, daß bei allen am Tentakel reiche Tastapparate sitzen, besonders reich bei *Gigantactis* ausgebildet, und daß das Auge der Ceratiiden verhältnismäßig klein ist, so möchte ich eher annehmen, daß bei Berührung des Tentakels eine Sekretentleerung erfolgt und gleichzeitig derselbe zurückgeschlagen wird, daß sie hier eine ähnliche Bedeutung haben wie die Spritz-Leuchtdrüsen von Krebsen und Tintenfischen. Es ist natürlich auch möglich, daß das entleerte, aufleuchtende Sekret dem Träger das Gesichtsfeld erleuchtet und er sich über das Tier, das den Tentakel berührt hat, unterrichten kann. Bei den Grundformen der Pediculaten liegen die Verhältnisse insofern anders, als hier von einer größeren Bewegung des Tentakels wegen seiner Kürze keine Rede mehr sein kann. Da sie meist wenig beweglich sind und durchweg im Gegensatz zu *Lophius* nur von kleinen Tieren sich nähren, so mag hier das Sekret von Zeit zu Zeit entleert werden, um diese anzulocken oder die Umgebung abzusuchen. Indessen ist es möglich, daß, da die Organe, wie schon erwähnt, einen anderen Bau als die der Ceratiiden zeigen und bisher ein Leuchten bei ihnen noch nicht beobachtet ist, die Drüse vielleicht noch einen ganz andern Wert hat.

In Bezug auf geschlossene Leuchtorgane, die an Tentakeln, Barbeln und andern beweglichen Anhängen in der Gegend des Kopfes sich finden, wird man im Allgemeinen ihre biologische Bedeutung darin suchen, daß sie zum Anlocken von Beutetieren dienen, aber sehr fraglich ist mir, ob man auch die Organe, die an den Bauchflossenstrahlen von *Macrostomias* sich finden, in die gleiche Gruppe bringen darf. Sind auch die Strahlen sehr lang und isoliert voneinander, so scheint es mir doch ganz unmöglich, daß der Fisch Tiere, die durch sie angelockt werden, sehen kann, und wenn dieses nicht der Fall ist, muß eine solche Auffassung abgewiesen werden.

Von den übrigen, nicht an beweglichen Anhängen sitzenden Leuchtorganen dürfte die Ansicht, welche für die in der nächsten Umgebung des Auges liegenden großen Organe schon von anderen Autoren geäußert ist, daß sie nämlich zum Orientieren dienen, kaum auf Widerstand stoßen, wenngleich auch hier bei einigen kompliziertere Verhältnisse vorliegen, deren Bedeutung jetzt noch kaum enträtselt werden kann. Derartige Organe finden wir bei den Myctophiden, besonders in der Untergattung *Diaphus*, weiter bei den Stomiatiden und bei den Anomalopiden. Bei allen sind es geschlossene Organe. Bei den ersteren sind sie unbeweglich, bei den letzten beiden dagegen vorwiegend durch Muskeln beweglich. Gerade der Umstand, daß die Tiere das Licht dieser Organe nach ihrem Willen zeigen oder verdecken können, macht ihre Benutzung als Scheinwerfer sehr wahrscheinlich. Steche (1907) ist der Ansicht, daß diese Organe „als Scheinwerfer wirken und kleine Kruster, Würmer und ähnliche Tiere anlocken, die zur Nahrung dienen". Diese Ansicht, daß das Licht auch zum Anlocken dient, nicht nur zum Absuchen, wird zwar durch die Tatsache unterstützt, daß die Organe als Köder verwandt andere Fische anlocken, aber ob dieses auch für andere Tiere gilt, ist noch nicht erwiesen. Da die Fische gute Schwimmer sind und ihre Beute suchen, möchte ich glauben, daß die Ansicht, daß die Organe in erster Linie zum Ableuchten der Umgebung dienen, mehr zutrifft. Da die unbeweglichen von *Myctophum* und *Malacosteus* auch vorn, unten oder hinten dem Auge direkt anliegen und ihr Licht vom Auge fortgeworfen wird, so dürften auch sie als Laternen zur Orientierung dienen. Freilich ist nicht verständlich, weshalb *Malacosteus* zwei postorbitale Organe, das riesige unbewegliche und das kleine abdrehbare Organ hat. Da der Bau beider verschieden ist, mögen auch die Leistungen verschieden sein.

Außer den bisher besprochenen Leuchtorganen finden sich nun bei den Fischen noch viele andere, ja sie bilden die Mehrzahl und zählen oft nach Hunderten, ja Tausenden. Sie zeichnen sich von den andern besonders durch folgende wichtige Punkte aus, durch die Lage, die Richtung des Lichtes, die Anordnung, ihre große Zahl, die oft vorhandene Mannigfaltigkeit in Bezug auf den Bau, die Form und Größe. Sie finden sich bei Knochenfischen vorzugsweise, bei Haifischen nur am Rumpf und hier liegen sie wieder, wenigstens die größeren Organe in der ventralen Hälfte. Bei *Chauliodus*, *Stomias*, *Porichthys* und bei *Myctophum Valdiviae* liegen Organe, die bei den erstgenannten kleiner sind, auch in der dorsalen Hälfte, bei *Dactylostomias* sind sie hier fast ebenso zahlreich, bei *Diplophos* und *Triplophos* finden sich außer den gewöhnlichen zwei Längsreihen an jeder Seite darüber noch einige mehr, aber in ihnen werden die Organe um so kleiner, je weiter dorsal sie liegen. Bei *Porichthys* sind die dorsalen sogar verkümmert und zeigten auch bei Anwendung sehr starker Reize kein Licht mehr. Bei der größten Zahl jedenfalls liegen mindestens die größeren Organe nur in der ventralen Hälfte des Körpers. Am Kopf ist die Zahl der größeren Organe sehr gering, fast konstant finden sie sich auf der

Branchiostegalmembran in größerer Zahl. Außerdem kommen vereinzelt noch einige, meist größere Organe, Leuchtplatten, Leuchtschuppen, sackförmige Organe am Rumpfende, präcaudal dorsal und ventral oder nur auf einer Seite, auf der Schwanzflosse und bei einigen Myctophiden auch an verschiedenen andern Stellen an der Seite des Rumpfes vor. Eine besondere Stellung nehmen einige Organe wegen ihrer Lage ein, nämlich die Organe auf der Zunge von *Neoscopelus*, das dorsale operculare und die an der Seiten- und Hinterwand des Auges gelegenen Organe bei einigen Stomiatiden und endlich die orbitalen Organe, die bei den meisten Leuchtfischen vorkommen und in enger Beziehung zum Auge stehen. Diese letztgenannten Organe will ich vorläufig außer Acht lassen, die orbitalen erst im zweiten Abschnitt, der das Auge behandelt, besprechen.

Von den übrigen Organen werfen alle mit Ausnahme einiger weniger präcaudal gelegener und einiger kleiner von *Neoscopelus* ihr Licht ventrad laterad oder wie bei *Neoscopelus*, ventrad, rostrad; die dorsalen Leuchtplatten von Myctophiden werfen es dorsad oder wie die von *M. Valdiviae* caudad, nur das Licht der sackförmigen Organe von *Gonostoma* fällt rostrad.

Ein anderer auffallender Charakter ist die gesetzmäßige Anordnung und Zahl der Organe. Im systematischen Teil habe ich gezeigt, welchen hohen systematischen Wert dieser Charakter hat. Bei Myctophiden, Stomiatiden, Sternoptychiden und Gonostomiden ist die Zahl und Anordnung so bestimmt und wenig schwankend, daß man daran nicht nur die Gattungen, sondern auch die Arten unterscheiden kann. Trotz der verhältnismäßig geringen Zahl von Leuchtorganen bei der Gattung *Myctophum* hat doch jede der etwa 70 Arten ihre bestimmte Anordnungsweise und Zahl ihrer Organe. Bei den Stomiatiden ist im Allgemeinen zwar die Anordnung die gleiche. Die größeren flaschenförmigen Organe bilden zwei Längsreihen jederseits, die kleinen um sie Guirlanden, andere liegen in Gruppen zwischen ihnen, aber im Einzelnen wechselt auch hier das Bild. Bei *Astronesthes indicus* liegen sie z. B. in viel größeren Abständen als bei *A. Martensi*, bei *Bathylychnus* bilden kleine Organe in bestimmten Entfernungen Querreihen, bei *Chauliodus* wird das Bild durch mehrere Längsreihen kleiner Organe verändert, bei *Stomias* ist die Gruppierung der Organe am Bauch eine andere als bei *Astronesthes*, bei *Malacosteus* und *Dactylostomias* treten die flaschenförmigen ganz zurück, da sie viel tiefer als bei andern in das Corium eingesenkt und kleiner sind, dagegen sind bei der ersteren Form die kleinen unpigmentierten Organe über den Rumpf in Gruppen regelmäßig verteilt, und bei der letzteren ist die ganze Haut mit anderen pigmentierten Organen, die keine bestimmte Anordnung erkennen lassen, dicht besetzt. Bei *Idiacanthus* findet sich je eine Gruppe von kleinen unpigmentierten Organen hinter je einem flaschenförmigen und am Rücken in bestimmten Abständen. Ganz anders ist das Bild durch die eigentümlich gallertig modifizierte Haut des Bauches, in der eine Fülle von kleinen Organen liegen, gestaltet. Während die Organe der Myctophiden in der vordern Rumpfhälfte ziemlich vereinzelt liegen, die Reihen mehr aufgelöst erscheinen, zeigt *Neoscopelus* dagegen Längsreihen, aber in größerer Zahl und anderer Anordnung als bei allen andern Gattungen. *Scopelopsis* hat dagegen auf jeder Schuppe nur ein Organ. Einen besonderen Typus bilden die Gruppenorgane der Sternoptychiden im engeren Sinne. Bei *Argyropelecus* und *Polyipnus* treten sie klar hervor, bei *Sternoptyx* dagegen ist das Licht durch Ueberlagerung von Pigment gedämpft. Andere Wirkungen werden durch die zerstreut liegenden Leuchtschuppen einiger Myctophiden, durch die sackförmigen Organe von *Gonostoma elon-*

gatum hervorgebracht. Bei den Haifischen (vgl. Johann 1899) sind sie in bestimmten Reihen und breiteren Streifen und Feldern angeordnet. Kurz, welche Form man auch untersuchen mag, bei jeder findet man eine zum mindesten in der Zahl, in der Regel aber auch in der Anordnung verschiedene, aber für die betreffende Art sehr geringen Schwankungen unterworfene, charakteristische Anordnung der Leuchtorgane. Man vergleiche nur die im systematischen Teil gegebenen Abbildungen, besonders die Textfiguren.

Es kommt weiter noch hinzu, daß auch der Bau, die Größe und Form der Organe die größte Mannigfaltigkeit zeigt. Alle sind zwar Drüsen, aber keine ist bei zwei Gattungen gleich gebaut, ja bei einer und derselben können sich mehrere Formen von verschiedenen Organen finden. Es schwankt die Größe des Leuchtkörpers und die Anordnung seiner Zellen, verschieden ist der Linsenkörper, verschieden der oder die Reflektoren gestaltet. Bei Sternoptychiden verbinden sich mehrere Organe der gleichen Art in verschiedener Weise untereinander, bei *Gonostoma elongatum* treten zwei ganz verschieden gebaute und gestaltete in engste Beziehungen zueinander. Es würde hier zu weit führen, alle die Einzelheiten, in denen die Organe und ihre Teile sich voneinander unterscheiden, zu wiederholen. Ein Einblick in den speziellen Teil wird leicht jeden davon überzeugen können.

Wenn wir nun nach der biologischen Bedeutung dieser vielen Organe uns fragen, so muß man von vornherein die bisher für das Leuchten gegebenen Deutungen ausschließen. Denn als Lockmittel kann ihr Licht nicht in Betracht kommen, weil es wegen seiner Richtung die Beute nach Teilen führen würde, die nicht im Gesichtsfeld des Tieres liegen. Die Augen stehen durchweg laterad rostrad, das Licht fällt mit wenigen Ausnahmen ventrad laterad oder sogar caudad, ja bei *Argyropelecus* sind die Augen dorsad gerichtet, das Licht ventrad laterad.

Es wäre möglich, daß sie als Schreckmittel dienen. Diese Ansicht wäre meiner Ansicht nur dann möglich, wenn entweder das Sekret herausgespritzt würde oder blitzartig auf einen Reiz hin aufleuchten würde. Die erste Möglichkeit kommt für die meisten Organe nicht in Betracht, da sie geschlossene Drüsen sind, die zweite scheint mir deshalb nicht vorhanden zu sein, weil nach den Beobachtern das Licht gleichmäßig in allen Organen auftritt, nur bei halbtoten Tieren an dieser oder jener Stelle, und ferner keine Nerven in die Organe der meisten Fische ziehen. Es können also nur äußere mechanische Reize in Betracht kommen. Nach den Experimenten Greene's müssen sie aber schon recht kräftig sein, wie sie in der Natur wohl kaum vorkommen, oder nur dann, wenn das Tier von einem andern gepackt wird. Dann dürfte ein Aufleuchten aber wohl wenig Erfolg mehr haben.

Wegen der Lage der Organe und der Richtung des Lichtes können sie auch zum Orientieren nicht in Frage kommen, da hier dieselbe Schwierigkeit vorliegt wie für die Deutung als Lockmittel.

Giesbrecht hat für die Leuchtorgane der Copepoden angenommen, daß ihr Licht andere Tiere irreführen könnte. Diese Ansicht kann hier richtig sein, da das Sekret ausgespritzt wird. Bei den Fischen könnte man sich nur eine ähnliche Wirkung in der Weise vorstellen, daß die gesamten Organe einen Lichtmantel um das Tier oder nur auf der ventralen Hälfte erzeugten und dadurch der Körper des Tieres selbst kaum erkennbar wäre, besonders in den Fällen, in denen die Fische schwarz gefärbt sind. Aber diese Annahme wird wohl kaum Beifall finden, denn man wird nicht verstehen, wozu ein so komplizierter Apparat dieses bewirken soll, was viel einfacher durch Fehlen jeglicher Leuchtorgane erreicht wird.

Außerdem finden durch alle diese Ansichten die hervorgehobenen Charaktere, die gerade diese Leuchtorgane auszeichnen, keine Erklärung.

Auf Grund des Studiums der Organe habe ich mir eine Erklärung über ihre biologische Bedeutung gebildet, die mir diese Charaktere in befriedigender Weise zu erklären scheint; in einem Vortrage (1904) habe ich sie bereits kurz dargelegt. Daß sie bereits alle Einzelheiten aufklärt, glaube ich selbst nicht, im Gegenteil ist noch sehr vieles Rätselhafte geblieben.

Wenn man sich die Leuchtorgane der Fische genau aufzeichnet und die Zeichnungen übersieht und miteinander vergleicht, dann drängt sich einem sofort der Gedanke auf, es möchten die Leuchtorgane am Rumpf in ihrer Gesamtheit Zeichnungen, Muster darstellen, die den durch Pigmente bedingten Zeichnungen oder Färbungen der im Bereich des Sonnenlichts lebenden Tiere zu vergleichen wären. Man kann Längsstreifung, Querstreifung, Sprenkelung, Fleckung u. a. unterscheiden. Die bisherigen wenigen Beobachtungen über das Leuchten lebender Fische sprechen zwar nur von einem gleichmäßigen, diffusen Licht, das über die Bauchseite ausgebreitet gewesen sei, nur Nissen hebt hervor, daß man die einzelnen Organe bei *Myctophum* habe unterscheiden können, aber man muß hierbei bedenken, daß die Beobachtungszeit sehr kurz gewesen ist, das Auge erst bei längerer Gewöhnung an das Licht fähig wird, in scheinbar Gleichmäßigem Einzelheiten zu unterscheiden, und daß weiter keiner bei der Beobachtung derartige Fragen zu lösen beabsichtigt hat. Ich kann mir wenigstens nicht denken, daß die ganze Kompliziertheit des Bildes keine Bedeutung haben soll, daß die Wirkung dieselbe ist, wenn alle Organe gleich gebaut und gleich groß oder sie verschieden gebaut und verschieden groß sind, oder daß es gleichgültig ist, ob 20 oder 40 Organe vorhanden, ob sie in parallelen Reihen oder unregelmäßig gestellt sind usw. Die verschiedene Größe der ganzen Organe und ihrer Teile, z. B. bei Stomiatiden macht es wahrscheinlich, daß mindestens die Intensität des Lichtes verschieden ist und damit Muster entstehen. In der vorläufigen Mitteilung (1904) hatte ich die Vermutung ausgesprochen, daß auch die Qualität des Lichtes verschieden sei und zwar daß es verschiedenfarbig sei, daß also im Dunkel derselbe Effekt durch Drüsen erzielt werde wie im Sonnenlicht durch die verschiedenfarbigen Pigmente. Ich hatte diese Ansicht gestützt auf den verschiedenen Bau der Organe bei einem und demselben Tier und auf die häufiger beobachtete verschiedene Färbung des Reflektors. Er erglänzt selbst bei Spiritusexemplaren silbern, grün, rot, violett. Auch von Cephalopoden beschreibt Chun ähnliche verschiedenfarbig erglänzende Reflektoren. Indessen ist mir bei weiterer Ueberlegung und besonders bei weiterem Studium der Augen der Tiefseefische ein Bedenken gekommen. Eine solche verschiedene Färbung des Lichtes oder solche buntfarbige Zeichnungen würden ein sehr feines Unterscheidungsvermögen der Fische für Farben voraussetzen. Nach unseren jetzigen Anschauungen kommen als farbenempfindliche Elemente nur die Zapfen in Betracht. Diese fehlen nun aber den im Dunkeln lebenden Leuchtfischen ganz. Dieser Einwand scheint mir genügend, um die ausgesprochene Vermutung hinfällig oder wenigstens sehr wenig wahrscheinlich zu machen. Freilich für unmöglich halte ich ein verschieden farbiges Licht der Leuchtorgane auch jetzt noch nicht. Denn es ist noch sehr die Frage, ob für das Fischauge alle die physiologischen Anschauungen Gültigkeit haben, welche wir uns für das Auge auf Grund des Studiums des menschlichen Auges und der Augen anderer Landwirbeltiere gebildet haben. Wie man im zweiten Abschnitt sehen wird, zeigt das Auge der Dunkelfische viele sonderbare neue Verhältnisse, die vorläufig uns rätselhaft erscheinen

müssen, denen aber schwerlich jemand eine große Bedeutung wird absprechen können, und so wäre es auch nicht unmöglich, daß auch die für die Stäbchen und Zapfen gebildeten Anschauungen auf das Auge der Leuchtfische nicht ohne weiteres übertragbar sind.

Wenn aber auch das Licht nicht verschiedenfarbig ist, so bleibt der Hauptteil meiner Ansicht, daß die Leuchtorgane Zeichnungen bilden, bestehen, denn für diese genügt schon eine bestimmte Anordnung; diese ist sicher vorhanden und weiter ist auch kaum zu bezweifeln, daß die Intensität des Lichtes verschieden ist. Wie ich schon oben hervorhob, könnte weiter auch die verschiedene Färbung der Reflektoren in Betracht kommen.

Es würden mithin meiner Ansicht nach die Leuchtfische nicht, wie es gewöhnlich heißt, einfarbig oder farblos seien entsprechend dem Dunkel der Umgebung, sondern sehr lebhaft gezeichnet seien. Die meisten Stomiatiden sind schwarz, die meisten Sternoptychiden silberglänzend. Die schwarze Färbung könnte als Untergrund von Bedeutung sein, indem die Lichter der Organe sich von ihm besser abheben, der Silberglanz als Reflektor in Frage kommen. Indessen ist zu bedenken, daß die schwarze Farbe auch bei vielen Fischen, die nicht leuchten, vorhanden ist, also wahrscheinlich nicht in Beziehung zum Leuchten steht, und weiter daß der Silberglanz der Haut bei den meisten nicht zur Wirkung kommen kann, weil die Organe bei diesen Fischen nur in der ventralen Hälfte des Körpers liegen und ihr Licht abwärts seitwärts senden. Nur bei Formen wie *Dactylostomias* muß der bronzefarbene Schiller der Haut für das Leuchten von Bedeutung sein, die ganze Haut gleichsam ein mächtiger Reflektor sein, weil hier die Leuchtorgane in geradezu verschwenderischer Fülle, das eine neben dem andern, über den ganzen Körper verteilt sind. Die Wirkung wäre am besten dem Schillern vieler Schmetterlinge zu vergleichen.

Ist die dargelegte Auffassung begründet, so wird man die biologische Bedeutung vornehmlich der Rumpforgane in denselben Richtungen suchen, in denen auch die Bedeutung der Zeichnungen der im Sonnenlicht lebenden Tiere liegt, d. h. im Erkennen der Artgenossen und im Aufsuchen der Geschlechter. Dann wird auch verständlich, daß bei Grundfischen diese Leuchtorgane fehlen, sie nur bei pelagischen vorkommen. Denn für die letzteren mehr vagilen, zum Teil einzeln, zum Teil in Schwärmen lebenden haben besondere Kennzeichen zum gegenseitigen Zusammenfinden großen Wert, zumal der Geruchssinn kaum eine Bedeutung spielen wird, da er überall nur schwach entwickelt ist, die Fische fast nur durch das Auge geleitet werden. Für die Bewertung mancher Organe als sekundäre Geschlechtscharaktere spricht besonders die Tatsache, daß bei Myctophiden die präcaudalen Leuchtplatten eine verschiedene Lage bei männlichen und weiblichen Tieren haben, bei ersteren dorsal, bei letzteren ventral, und daß sie sich später als die andern Leuchtorgane entwickeln. Man könnte nun nur diese Leuchtplatten und ähnliche vereinzelt liegende, meist größere Organe für sekundäre Sexualcharaktere beurteilen, den übrigen nur eine Bedeutung für Erkennung der Artgenossen, zum Zusammenfinden zu Schwärmen u. a. zuerkennen; es wäre dann anzunehmen, daß erstere nur zur Zeit der Fortpflanzung leuchteten, letztere dauernd. Indessen möchte ich dieses nicht verallgemeinern. Denn die Beobachtung, die Greene bei *Porichthys* und Mangold bei *Maurolicus* gemacht haben, geben zu Bedenken Anlaß. Es ist ganz auffallend, daß diese Fische ohne sehr starke Reizmittel nicht leuchteten, ja die nicht brütenden *Porichthys* sogar überhaupt nicht zum Leuchten zu bringen waren. Da nun in der Natur derartige starke mechanische Reize kaum vorkommen, oder nur

dann, wenn das Tier von einem andern gepackt wird, so muß man wohl schließen, daß *Porichthys* zu gewissen Zeiten nicht leuchtet. Vielleicht ist dieses auch bei andern Fischen der Fall, und daher erklärt sich vielleicht, daß das Leuchten der Fische überhaupt so wenig beobachtet ist. Es wäre deshalb wohl möglich, daß nur zu bestimmten Zeiten und dann wohl zur Zeit der Fortpflanzung die Sekretion der Drüsen erfolgt, der Blutzufluß sich verstärkt und damit die Intensität des Leuchtens verstärkt wird oder überhaupt erst eintritt. Wir würden dann mithin eine analoge Erscheinung wie das Hochzeitskleid, Perlausschlag u. a. von Fischen haben. Das Leuchten wäre dann am ehesten dem Leuchten von *Lampyris* zu vergleichen, das von Newport und neuerdings von Bongardt ganz ähnlich aufgefaßt wird. Das Verhalten der Männchen und Weibchen, das Heranfliegen der ersteren zu den im Glase gehaltenen Weibchen, das Sichtbarmachen des Lichtes seitens der letzteren, die größere Intensität bei der Vereinigung beider Geschlechter, das sind Erscheinungen, die kaum eine andere Deutung als die von ihnen gegebene zulassen. Man wird der Ansicht entgegenhalten können, daß eine derartige Zeichnung die Fische auch für die Feinde sichtbar macht, das ist wahrscheinlich, aber der gleiche Einwand besteht auch für die Färbungen der Tagtiere.

Daß durch diese Auffassung alle Leistungen der Leuchtorgane erschöpft sind, glaube ich nicht, dafür ist die Mannigfaltigkeit derselben in Lage, Größe, Form usw. zu groß. Hier können nur Beobachtungen weiter helfen.

Zum Schluß will ich noch auf einige Organe eingehen, die durch ihre Lage von den andern sich unterscheiden. Da sind zuerst die Organe am Zungenrande bei *Neoscopelus*. Es liegt nahe anzunehmen, daß das Tier bei geöffnetem Maul durch das Licht kleine Tiere direkt ins Maul lockt, aber eine solche Ansicht ist unmöglich, weil keine Muskeln vorhanden sind, die Zunge zu heben. Die Organe können nur ihr Licht durch die zwischen den Unterkiefern liegende Haut senden.

Das dorsale operculare Organ mancher Stomiatiden, das sein Licht nicht nach außen, sondern nach innen in das Gewebe sendet, halte ich für rudimentär oder wirkungslos, ebenso wie die an der Seiten- und Hinterwand des Auges liegenden Organe bei manchen Stomiatiden. Ihre Entstehung kann ich mir nur so erklären, daß die Augen in ähnlicher Weise wie bei *Stylophthalmus* einst gestielt gewesen sind und an der Wand dieses Stiels Leuchtorgane gesessen haben. Für diese Ansicht spricht, daß das Auge der Stomiatiden von einer tief einschneidenden Falte umgeben ist.

B. Die Augen.

Spezieller Teil.

Es sind von mir die Augen von 95 Arten, welche 52 Gattungen und 22 Familien angehören, untersucht worden. Außerdem sind noch die Augen von 10 weiteren Arten geschnitten, wegen ihrer zu schlechten Erhaltung konnten sie aber nicht in Betracht kommen. Die untersuchten Fische leben zum Teil auf oder nahe dem Grunde, zum größten Teil aber pelagisch. Von den meisten kann man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sie dauernd in der Tiefsee leben, ein Teil wandert sicher, wenigstens in der Nacht, in die höheren Meeresschichten, ein anderer, der der Grundfauna angehört, ist zwar unterhalb 400 m erbeutet worden, aber ihr eigenes Verbreitungsgebiet oder das nahe verwandter Formen reicht bis in das Litoral hinauf. Die interessantesten Resultate haben zweifellos einige bathypelagische Formen geliefert, und ich kann Herrn Prof. Dr. CHUN nicht genug dafür danken, daß er es mir möglich gemacht hat, auch von solchen Formen ein Auge herauszunehmen und zu untersuchen, die Typen sind und nur in einem einzigen Exemplar bis jetzt überhaupt gefangen wurden.

Wer ein so großes und wertvolles Material untersuchen darf, der muß es als Pflicht empfinden, dasselbe möglichst weitgehend auszunutzen, möglichst alle Einzelheiten gründlich zu berücksichtigen und darzulegen, aber ich fürchte, daß man mir hier Vorwürfe machen wird. Mir kam es in erster Linie darauf an, die Umbildungen und Eigentümlichkeiten festzustellen, welche das Auge der Fische unter dem Einfluß der besonderen Bedingungen der Tiefsee erfahren hat, und ich habe mich hierbei im wesentlichen auf die wichtigsten Verhältnisse beschränkt. Viele Fragen, die beim Auge sonst erörtert werden, habe ich außer Acht gelassen, weil mir hierfür ein sicherer Boden durch die Untersuchung nicht gegeben schien; manche Einzelheiten habe ich nicht berücksichtigt, besonders solche, welche man ebenso gut oder besser bei gewöhnlichen Fischarten erforschen kann, von denen man leicht ein großes Material sich verschaffen und deren Augen man nach den verschiedensten Methoden für die bestimmten Fragen beliebig konservieren kann. Ich habe in den meisten Fällen mir auch nicht die Mühe gegeben, möglichst dünne Schnitte zu erzielen, um diese oder jene histologische Einzelheit genau zu studieren oder gewisse Zählungen und Messungen möglichst genau auszuführen, sondern habe meist für die Schnitte eine Dicke von 10—15 μ gewählt und selbst eine noch größere, wenn es aus diesem oder jenem Grunde nicht gelang, klare, nicht deformierte Bilder vom Bau des ganzen Auges zu gewinnen. Zu der Beschränkung der Untersuchung bin ich zum Teil aber auch durch das geringe Material gezwungen worden. In sehr vielen Fällen stand mir nur ein einziges Auge zur Verfügung, und da mußte ich dahin streben, durch verschiedene Schnittrichtungen mir einen möglichst klaren Einblick in die Gestaltung des Auges zu verschaffen. Diesem Umstande ist es auch zuzuschreiben, daß ich oft über die Muskulatur kein klares Bild gewonnen habe. Weiter gewann ich im Laufe der Untersuchung mehr und mehr die Ueberzeugung, daß, wenn die

Konservierung im allgemeinen auch — besonders wenn man an die Schwierigkeiten der Gewinnung des Materials denkt — vortrefflich war, doch nicht genügend war, um alle Fragen zu lösen. Besonders Angaben über die Größe des Auges, Abstand der Retina von der Linse, Wölbung der Cornea, Dicke der Retina u. a. sind immer mit einigem Bedenken zu beurteilen. Die stärksten Schrumpfungen zeigten die Augen größerer Grundfische. Es war nicht nur die Cornea und Linse eingedrückt, sondern auch die Retina war meist deformiert.

Da die Augen großer Exemplare sich schlecht schneiden ließen und zu viel Zeit erforderten, so habe ich mich, wenn sie nicht besondere Differenzierungen erwarten ließen, was sich meist schon nach der makroskopischen Untersuchung, sicher aber beim Schneiden beurteilen ließ, hier gewöhnlich nur auf die genauere Untersuchung einiger Schnitte beschränkt. Wenn es mir das Material erlaubte, habe ich die Augen jüngerer Exemplare vorgezogen. Einige Vergleiche mit Augen älterer zeigten, daß erstere bereits alle Verhältnisse des erwachsenen Tieres besaßen, jedenfalls keine wesentlichen Umbildungen mehr zu erwarten waren. Die Wahl jüngerer Tiere hatte auch noch den Vorzug, daß die Linse sich wenigstens einigermaßen noch schneiden ließ. Es mußte der nicht schneidbare Kern zwar beim Schneiden allmählich mit einem spitzen Messer herausgekratzt und das entstandene Loch mit Paraffin wieder ausgefüllt werden, wodurch das Schneiden sehr verlangsamt wurde, und ferner brach die zweite Hälfte der Linse trotz größter Vorsicht doch noch vor dem Messer heraus, aber es konnte so doch in den Figuren die Lage und Umfang der Linse mit Sicherheit angegeben werden. In den meisten Fällen ist leider das Suspensorium mit abgerissen, und manchmal auch der Retraktor der Linse. Bei großen Augen habe ich die Linse vor dem Einbetten des Auges herausgenommen.

In Bezug auf die Figuren bemerke ich, daß ich in vielen Fällen mehrere Schnitte kombiniert habe, da sonst die Zahl derselben zu groß geworden, und die Uebersicht erschwert wäre, und weiter, daß ich in manchen offenkundige, durch Schrumpfung, Zerreißung oder Druck entstandene Deformitäten in den Zeichnungen, die Schnitte durch das ganze Auge darstellen, ausgeglichen habe, doch betraf diese Korrektur niemals solche Verhältnisse, die von Bedeutung waren oder auch eine andere Beurteilung möglich machten. Von einzelnen wichtigen Partien habe ich noch besondere, bei starker Vergrößerung gezeichnete Abbildungen gegeben.

Da die Augen nicht nur bei verschiedenen Formen, sondern auch bei einer und derselben im Laufe der Entwicklung verschiedene Lagen zeigen und dadurch bei der Bezeichnung der Schnittrichtungen Verwirrungen oder Unklarheiten sich ergeben können, wenn man sie auf das Auge bezieht, so habe ich sie in allen Fällen auf den Kopf bezogen.

Die Darstellung habe ich wie die der Leuchtorgane in einen speziellen Teil, der die Augen der verschiedenen Fische für sich behandelt, und in einen allgemeinen, der die Resultate zusammenfaßt und von verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet, gesondert. Da die Differenzierung der Augen für die zu einer Familie oder selbst zu einer Gattung gehörigen Fische, auch wenn sie wahrscheinlich in gleichen Gebieten leben, oft sehr verschieden ist, und damit eine Darstellung, die die Fische nach ihrer systematischen Stellung bespricht, ein sehr wechselndes Bild bieten muß, so habe ich eine Einteilung auf Grund des Baus der Augen gewählt, aber auch sie konnte nicht streng eingehalten werden, da in manchen Fällen nahe verwandte Formen zu sehr getrennt worden wären. Ferner habe ich die Fische in Grundfische und pelagische gesondert.

a) Die Augen von Grundfischen.

Die ersten drei Fische, deren Augen ich besprechen will, sind zwar unter 400 m gefangen worden und wären deshalb der Tiefseefauna zuzurechnen, so *Setarches Güntheri* in 977 m, *Peristedion Rivers-Andersoni* in 630 m und *Lycodes macrops* in 486 m, aber alle drei Arten verbreiten sich bis in das Litoral hinauf, so ist *Setarches Güntheri* von der Valdivia-Expedition an anderer Stelle in nur 296 m angetroffen worden, *Lycodes macrops* in der Magellanstraße vom Challenger in 73—255 m und *Peristedion Rivers-Andersoni* vom Investigator in 259 m, daß heißt also, daß wir es hier mit Uebergangsformen zu tun haben, die noch nicht ausschließlich in der Tiefsee leben. Das drückt sich auch im Auge aus, besonders in dem Vorhandensein von Zapfen und in der Lichtstellung des Pigments, wenngleich in Bezug auf letzteren Punkt bereits Verschiedenheiten erkennbar sind.

1. *Setarches Güntheri* JOHNS. (Scorpaenidae).

(Taf. XXXIII, Fig. 8.)

Das Auge des 16,8 cm langen Tieres ist rund, der horizontale und vertikale Durchmesser beträgt 1,4 cm, der sagittale (Cornea — hintere Sclerawand) 1,1 cm; das Verhältnis des Auges zur Kopflänge ist 1 : 4—5. Makroskopisch zeigt das Auge keine Abweichungen vom typischen Teleosteerauge. Die Iris ist überall gleich breit und begrenzt die Linse allseitig. Ein Retraktor der Linse ist vorhanden. Die Retina ist gleichmäßig ausgebildet und nimmt gegen die Iriswurzel allmählich an Dicke ab. Ihre Breite (ohne das Pigmentblatt) beträgt am Augengrunde 0,24 mm. Stäbchen und Zapfen sind vorhanden, die ersteren sind 0,1 mm lang, also nicht ganz gleich der halben Breite der ganzen Netzhaut. Die Stäbchen- und Zapfenkerne liegen in 4—6 Schichten, die letzteren nicht außerhalb der ersteren in einer besonderen Schicht. Die horizontalen Kerne liegen in weiten Abständen in einer Schicht. Die bipolaren und amakrinen Zellen sind infolge ungünstiger Erhaltung nicht scharf zu sondern, sie bilden zusammen 4—5 Schichten. Die Ganglienzellen liegen nur in einer Schicht und auch in dieser lassen sie ziemlich große Lücken zwischen sich. Das Pigmentepithel ist in deutlicher Lichtstellung, wenngleich die Fortsätze der Zellen nicht so stark entwickelt sind, wie man es sonst bei echten Lichtfischen findet. Sie lassen einen großen Teil der Stäbchen frei.

2. *Peristedion Rivers-Andersoni* ALC. (Triglidae).

Das untersuchte Auge gehörte einem 12 cm langen Tier. Der horizontale und vertikale Durchmesser des herausgenommenen Auges ist 0,9 cm, der sagittale 0,7 cm. Ein aphakischer Raum ist nicht vorhanden. Die Pupille ist 0,475 cm weit. Das Verhältnis des Auges zur Kopflänge (ohne den rostralen Fortsatz) beträgt 1 : 3,1.

Die Retina besitzt wie die vorige Form Stäbchen und Zapfen, deren Kerne nicht gesondert sind und in 3—4 Schichten liegen. Von horizontalen Zellen habe ich nichts erkennen können. Die bipolaren und amakrinen Zellen bilden je nur eine Schicht, ebenso die Ganglien-

zellen, deren Kerne wiederum in ziemlich weiten Abständen voneinander liegen. Die Retina zeigt Verschiedenheiten, aber da die Schnitte den temporalen Teil des Auges infolge einer Faltung etwas schief getroffen haben, so kann ich es nur als wahrscheinlich hinstellen, daß die Breite der Retina im temporalen Teil größer ist (0,16 mm) als im nasalen (0,10 mm), und daß die Kerne der inneren Körnerschicht und der Ganglienzellen im letzteren lockerer liegen als im ersteren. Bemerkenswert ist ferner, daß die Fortsätze der Pigmentzellen der Retina sehr kurz und wenig zahlreich sind, so daß man hier schon besser von einer Dunkelstellung des Pigments reden wird.

3. *Lycodes macrops* Günth. (Zoarcidae).

Für diese Art ist die Größe des Auges, dessen Verhältnis zur Kopflänge 1 : 3 beträgt, besonders charakteristisch. Es ist quer oval, indem der horizontale Durchmesser 11 mm, der vertikale dagegen nur 7,5 mm beträgt. Der sagittale (Cornea bis Hinterwand der Sklera) mißt 7 mm. Die Pupille zeigt ähnliche Form, ihr horizontaler Durchmesser ist 5,5 mm, der vertikale 4,5 mm. Die Iris ist im nasalen Teil viel schmäler als im temporalen und läßt einen kleinen aphakischen Raum auf der nasalen Seite frei. Die Linse hat einen Durchmesser von 4,2 mm. Das Vorhandensein des Retraktors der Linse läßt sich schon makroskopisch feststellen. Im Bau der Retina tritt insofern eine Unregelmäßigkeit entgegen, als in dem temporalen Drittel die Kerne der inneren Körnerschicht, von denen die der biporalen und amakrinen Zellen überall nur je eine Lage bilden, und ebenso die der Ganglienzellen viel dichter liegen als in den übrigen Teilen. Man zählt etwa in einem gleich großen Teil eines Schnittes im temporalen Drittel doppelt so viele Kerne von Ganglienzellen als in dem nasalen. Bei den Ganglienzellen tritt der Unterschied aber noch nicht so stark hervor, weil sie auch im ersteren Gebiet lockere Anordnung zeigen, dagegen ist er auffallender bei den bipolaren und amakrinen Zellen. Im temporalen Drittel sind ihre Schichten eng gefügt, dagegen finden sich in den anderen beiden Dritteln große Lücken. Auch die Breite der ganzen Retina (ohne Pigmentblatt) ist verschieden, temporal 0,12 mm, in der Mitte des Augengrundes 0,1 mm und nasal 0,087 mm.

Es sind Stäbchen und Zapfen vorhanden, die Länge der Stäbchen im temporalen Teil ist 0,05 mm. Die Kerne der äußeren Körnerschicht bilden 3—4 Schichten. Horizontale Zellen liegen in einer Schicht an der Grenze der äußern plexiformen Schicht. Das Pigmentblatt zeigt dieselben Verhältnisse wie bei *Setarches* (Fig. 8, Taf. XXXIII), d. h. die Fortsätze sind noch gut entwickelt, wenn auch ein großer Teil der Stäbchen nicht mehr von ihnen verdeckt wird.

Während man *Lycodes* noch nicht als Tiefseegrundfisch beurteilen kann, wenn er auch an einzelnen Stellen vielleicht schon dauernd unter 400 m sich aufhält, sind die beiden folgenden Zoarciden zweifellos echte Grundfische der Tiefsee. Denn bis jetzt ist *Lamprogrammus niger* nur unterhalb 740 m und *Neobythites nigripinnis* nur unter 693 m gefunden.

4. *Lamprogrammus niger* Alc. (Zoarcidae).

Das Auge von *Lamprogrammus* war leider geschrumpft und auch histologisch schlecht erhalten, so daß ich mich auf nur wenige Angaben beschränken muß. Das Auge ist fast kug-

lig, es ist gleich hoch wie breit, 1,1 cm bei einem 42,5 cm langen Exemplar. Der sagittale Durchmesser, von der Cornea bis zur Hinterwand der Sklera gemessen, beträgt 0,8 cm. Das Auge mißt nur $^1/_8$ der Kopflänge, ist also klein. Die Cornea ist dick, besonders die äußere Schicht, die als direkte Fortsetzung des Coriums erscheint; sie ist im Alkohol trüb, undurchsichtig und löst sich leicht von dem von der Substantia propria gebildeten Teil ab. Die Iris erscheint schwarz; die Schnitte zeigen aber ein, wenn auch dünnes Tapetum sowohl an der Iris wie in den übrigen Teilen der Chorioidea. Es kann hier aber nicht zur Wirkung kommen, weil das Retinapigment eine geschlossene Schicht bildet.

Was das Auge sofort von den zuerst behandelten unterscheiden läßt, ist das Fehlen von Zapfen und die völlige Dunkelstellung des Retinapigments. Das letztere ist eine dicke, breite, nirgends unterbrochene Schicht, die an keiner Stelle irgend welche Fortsätze bildet. Die Stäbchen, deren Länge etwas mehr als die ganze Retinabreite (ohne Pigmentblatt) beträgt, liegen ganz frei. Soweit ich nach den Präparaten angeben kann, scheinen die Kerne der Stäbchenzellen, der bipolaren amakrinen und Ganglienzellen je nur in einer Schicht angeordnet zu sein, die letzteren liegen dabei in großen Abständen voneinander. Ein Retraktor der Linse ist vorhanden. Ein aphakischer Raum fehlt. Das untersuchte Exemplar war in 1024 m gefangen worden.

5. *Neobythites nigripinnis* ALC. (Zoarcidae).

Das Auge dieser Art zeigt große Aehnlichkeit im Bau und in der Form mit dem der vorigen. Es ist ebenfalls mäßig groß, $^1/_5$ der Kopflänge, aber es ist ganz auffallend tief. Denn der sagittale Durchmesser beträgt 8 mm, während der horizontale nur 10 mm und der vertikale auch nur 8 mm mißt. Es ist tief becherförmig. Die Cornea, die den gleichen Bau wie bei *Lamprogrammus* zeigt, ist sehr wenig gewölbt, und es scheint nicht, daß diese Gestalt künstlich durch Druck entstanden ist. Die Pupille ist rund. Die Linse wird allseitig von der nur 0,9 mm breiten Iris begrenzt; ihr Durchmesser beträgt 3,5 mm. In Bezug auf die völlige Dunkelstellung des Pigments der Retina und das Fehlen von Zapfen stimmt weiter dieses Auge mit dem von *Lamprogrammus* überein. Das Pigmentblatt ist 0,013 mm dick. Die Stäbchen sind 0,06 mm lang; da die Breite der ganzen Retina ohne das Pigmentblatt 0,10 mm beträgt, sind sie also länger als deren halbe Breite. Die Kerne der Stäbchenzellen liegen in zwei Schichten, die bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen bilden jede nur eine Schicht und sind in dieser ziemlich locker angeordnet. Von horizontalen Zellen habe ich nichts gesehen. Ein Tapetum fehlt auch an der Iris. Ein Retraktor der Linse ist wohl entwickelt.

Das untersuchte Exemplar war 23,5 cm lang und stammte aus einer Tiefe von 1019 m.

6. *Macrurus flabellispinis* ALC. 7. *M. pumiliceps* ALC. (Taf. XXXIII, Fig. 9.) 8. *M. laevis* LOWE. 9. *M. cavernosus* G. u. B. (Macruridae).

Die untersuchten Exemplare dieser vier Arten der Gattung *Macrurus* zeigen völlige Uebereinstimmung im Bau des Auges. Bei *M. cavernosus* und *laevis* ist das Auge fast rund, bei den andern beiden Arten ist der vertikale Durchmesser etwas kleiner. Die Augen sind bei allen wenig tief wie die meisten Augen von Lichtfischen. Die Pupille ist rund, ein aphakischer Raum

kaum ausgebildet. Die Cornea ist nicht von einer Schicht des Coriums überdeckt. Leider war das Auge von *M. flabellispinis* und *cavernosus* nicht gut erhalten, aber die Präparate von *M. pumiliceps* und *laevis* ließen doch die wichtigsten Verhältnisse und besonders auch den gleichen Aufbau bei den vier Arten erkennen. Die Retina ist bei beiden 0,22 mm breit und wird allmählich gegen die Iris schmäler. Es sind (vgl. Fig. 9, Taf. XXXIII) nur Stäbchen vorhanden, ihre Länge (0,1 mm) ist gleich der halben Breite der ganzen Retina. Die Kerne der Stäbchenzellen bilden 8—10 Schichten, dagegen ist die innere Körnerschicht nur 2—4 Schichten dick, und die Ganglienzellenkerne liegen sehr locker in nur einer Schicht. Ob horizontale Zellen vorhanden sind, kann ich nicht sicher entscheiden. Das Pigmentepithel der Retina ist 0,01 mm dick, das Pigment schwarz; Fortsätze fehlen gänzlich. Ebenso fehlen auch Lücken in dieser Schicht. Ein Retraktor ist vorhanden. Ein Tapetum ist am ganzen Umfang entwickelt, kann aber wegen des Retinapigments nur auf der Iris zur Wirkung kommen. Das untersuchte Exemplar von *M. flabellispinis* ist in 614 m, das von *M. pumiliceps* in 500 m, das von *M. laevis* in 630 m und das von *cavernosus* in 463 m erbeutet worden. Das erste war 35 cm, das zweite 12,5 cm, das dritte 29 cm und das vierte 14,2 cm lang.

10. *Coloconger raniceps* Alc. (Anguillulidae).

(Taf. XXXIII, Fig. 11.)

Während der Investigator diese Art zwischen 366 und 735 m gefangen hat, liegen die Tiefen, aus denen die Valdivia-Expedition sie heraufholte, zwischen 628 und 1134 m. Wenn dieser Fisch auch viel vagiler ist als z. B. die meisten Macruriden und Zoarciden, so ist sein Aufenthalt meiner Ansicht nach doch nahe dem Boden, da er nur mit dem Grundnetz, mit diesem aber verhältnismäßig häufig erbeutet wurde.

Wie die vorzügliche Abbildung F. Winters (Taf. VIII, Fig. 1 im system. Teil) erkennen läßt, ist das Auge oval. Der horizontale Durchmesser (1,625 cm) ist etwas größer als der vertikale (1,5 cm). Der sagittale (Cornea bis Hinterwand der Sklera) ist 1,2 cm, das Auge also wenig tief. Die Cornea ist schwach gewölbt, von dicker Hautschicht überzogen. Die Iris ist im nasalen und temporalen Teil gleich breit, zwischen ihr und der Linse ist nur im ersteren ein schmaler Spalt. Das Verhältnis des Auges zur Kopflänge ist 1 : 4,3.

Die Retina, welche ohne ihr äußeres Blatt im Augengrunde 0,21 mm breit ist, besitzt nur Stäbchen; sie sind 0,01 mm lang. Sie sind sehr dünn und zahlreich, ihre Kerne finden in einer Lage nicht Platz, sondern bilden 10—12 Schichten. Im Gegensatz zu dieser großen Zahl hat die innere Körnerschicht nur 2 Schichten und die Ganglienzellen nur eine. Die Kerne der letzteren liegen noch dazu in sehr weiten Abständen, so daß also eine große Zahl von Stäbchen auf je eine bipolare und Ganglienzelle kommen muß. Von horizontalen Zellen habe ich einzelne an der inneren Wand der äußern plexiformen Schicht liegen sehen. Eine Besonderheit bietet das Pigmentepithel. Es ist sehr schmal, nur 0,002 mm breit, weiter aber ist das Pigment nur spärlich entwickelt (Fig. 11, *rep*), es besteht aus feinen gelbbraunen Körnchen. Irgend welche Fortsätze sind nicht vorhanden. Dagegen ist das Pigment der Chorioidea (*chp*) auffallend stark entwickelt. Bei flüchtiger Betrachtung der Schnitte hält man dieses zuerst für das Retinapigment, doch davon kann keine Rede sein. Denn wenn man die Schichten gegen die Iris verfolgt, sieht

man, daß die dünnpigmentierte Schicht das Retinapigment ist, das in der Iris die normale starke Ausbildung hat, die dickere dagegen der Chorioidea zugehört. Weiter liegen zwischen beiden die Blutgefäße der letzteren (*bl*). Man sollte erwarten, daß die Reduktion des Retinapigments mit der Ausbildung eines Tapetums in Beziehung stehe, das ist aber nicht der Fall. Ein solches ist zwar nicht nur an der Iris, sondern auch an der Hinterwand des Augengrundes vorhanden, aber es liegt außerhalb des dicken Chorioideapigments, kann also nicht zur Wirkung kommen. Da das letztere sonst selten eine so gleichmäßige, geschlossene Schicht bildet, ist es hier offenbar funktionell an die Stelle des fast reduzierten Retinapigments getreten.

Das untersuchte Exemplar war 26,5 cm lang.

11. *Synaphobranchus brevidorsalis* JOHNS. (Synaphobranchidae).

Synaphobranchus ist zweifellos ein echter Tiefseeaal, das von mir untersuchte Exemplar, das 50 cm lang war, ist in einer Tiefe von 1644 m gefangen. Das herausgenommene Auge war fast kuglig, der horizontale Durchmesser betrug 1,1 cm, der vertikale 1, und der sagittale, von der Cornea bis zur hinteren Sklerawand gemessen, 0,9 cm. Die Cornea war wenig gewölbt, erschien im Alkohol trüb infolge der ziemlich dicken, faserigen Coriumschicht, die der Substantia propria noch auflagerte. Der Durchmesser der Linse mißt 4 mm.

Das innere, vom Pigmentblatt der Retina umschlossene Auge zeigt ähnliche Verhältnisse wie der ganze Bulbus, indem der horizontale Durchmesser 7 mm, der sagittale, von der Cornea bis zur Hinterwand der Retina 6 mm groß ist. Der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum beträgt 3 mm. Der Bau der Retina ist fast derselbe wie der von *Coloconger*, nur liegen die Kerne der Stäbchenzellen nur in 2 Schichten. Von horizontalen Zellen habe ich hier nichts gesehen. Die Breite der Retina ist 0,17 mm, die Länge der Stäbchen 0,085 mm. Das Pigmentblatt ist sehr schmal 0,004 mm und das Pigment ist hier ebenfalls sehr schwach vorhanden.

12. *Halicmetus ruber* ALC. (Malthidae).

(Taf. XXXIV, Fig. 13.)

Von dieser Familie habe ich nur das Auge eines 5 cm langen *Halicmetus ruber* aus einer Tiefe von 823 m untersuchen können. *Halicmetus* ist wie die meisten Malthiden platt gedrückt, scheibenförmig. Die Augen liegen auf der Kopfscheibe und sind dorsad laterad gerichtet. Bei makroskopischer Betrachtung fällt schon die dicke Cornea auf; sie erscheint wie eine direkte Fortsetzung der übrigen Haut der Kopfscheibe, ist von dieser auch wenig abgegrenzt, so daß es schwer ist, bei ältern, stärker pigmentierten Exemplaren die Größe des Auges ohne eine Entfernung der Cornea festzustellen. Es kommt hinzu, daß der ganze Rand der Cornea wie die Haut des Körpers mit Stacheln (Fig. 13) besetzt ist. Die Untersuchung lehrt, daß ähnlich wie bei *Neobythites*, *Coloconger* und *Synaphobranchus* die eigentliche Cornea (*c*) noch von einer 0,4 mm dicken Hautschicht, die aus Epidermis und weicherem Bindegewebe besteht, überzogen ist. Pigmentzellen und derbere Fasern fehlen in letzterem. Im Alkohol erscheint sie trüb, im Leben dürfte sie aber durchsichtig sein.

Meiner Ansicht nach dürfte es sich hier um eine Schutzhülle für das Auge gegen mecha-

nische Verletzungen handeln. Nach dem Mageninhalt zu urteilen, leben diese Fische auf sandigem oder steinigem Grunde. Ebenso wie der übrige Körper durch ein Stachelkleid geschützt ist, und auch der Tentakel unter einem Schutzdach liegt, so dürfte auch das Auge gegen Verletzungen durch Sand oder kleine Steine Schutz durch die Hautschicht erhalten haben.

Der Bau des Auges bietet noch weitere Eigentümlichkeiten. Der horizontale und vertikale Durchmesser des Bulbus beträgt 3,3 mm, der sagittale, von der äußeren Corneawand bis zur Hinterwand der Sclera gemessen 3,2 mm, bis zur Pigmentwand der Retina 2,8 mm. Die Linse ist sehr groß, 1,7 mm. Das Pigment der Retina (0,013 mm breit) ist in völliger Dunkelstellung. Ganz auffallend ist, daß die Pars optica der Retina besonders ventral bereits eine verhältnismäßig große Strecke vor der Iriswurzel ihr Ende findet. Ferner ist die Differenzierung der Retina nicht in allen Teilen des Augengrundes gleichmäßig. In dem an der ventralen Wand gelegenen Drittel der Retina, der aber noch durch einen kleinen Streifen vom peripheren Ende getrennt ist, sind die Stäbchen viel länger und ihre Kerne sowie die der inneren Körnerschicht und der Ganglienzellen liegen enger als in den andern beiden Dritteln. Die ganze Breite der Retina beträgt in jenem Drittel 0,1 mm, in den andern dagegen nur 0,06 mm. Die Stäbchen sind in ersterem Teil 0,06 mm lang, sonst nur 0,037 mm. Die Kerne der Stäbchenschicht liegen zum Teil in 2 Schichten, während sie in den andern Teilen nur eine bilden. Ebenso bilden die bipolaren und amakrinen Zellen in dem ventralen Drittel eine enggefügte Schicht, in den andern dagegen zeigen sie größere Lücken. Die Zahl der Ganglienzellen ist auch in dem ersteren größer, wenn sie auch hier in Abständen voneinander liegen.

Es ist ferner noch bemerkenswert der geringe Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum, er beträgt 1,4 mm, d. h. das Verhältnis des Abstandes zum Linsenradius ist nur 1 : 1,7. Es ist möglich, daß eine kleine Schrumpfung der Retina eingetreten ist, aber selbst wenn man die Stäbchenschicht bis fast an die Sclera verlegt und jene Entfernung gleich 1,7 mm annehmen wollte, würde jenes Verhältnis doch nur 1 : 2 betragen.

Erwähnt sei noch, daß das Chorioideapigment schwach entwickelt, und ein Retraktor der Linse vorhanden ist.

13. *Benthobatis Moresbyi* Alc. (Torpedinidae) und 14. *Barathronus affinis* A. Br. (Zoarcidae).

(Taf. XXXV, Fig. 5—10 und Fig. 11—13.)

Unter den Grundfischen waren im Material der Valdivia-Expedition zwei Formen, welche durch stark rückgebildete Augen sich auszeichneten, *Benthobatis Moresbyi*, der bis jetzt einzige blinde Torpedo, der zuerst durch den Investigator aus dem Indischen Ozean bekannt geworden ist, und der *Zoarcide Barathronus*, der von der Valdivia-Expedition in zwei neuen Arten erbeutet wurde. Die untersuchte Art ist aus der Tiefe von 2919 m, der Torpedo aus 823 m heraufgeholt worden.

Benthobatis Moresbyi (Taf. XXXV, Fig. 5—10). Makroskopisch erscheinen die Augen wie minimale, ovale, etwas eingesenkte Fensterchen in der allerdings nicht sehr stark pigmentierten Haut. Im Alkohol erscheint die Cornea ein wenig trüb; von einer Linse, Iris, und von Pig-

ment ist nichts zu sehen. Der größte Durchmesser der Cornea beträgt nur 1,5 mm (das ganze Tier mißt 44 cm!), der kürzere 1,2 mm. Da der interessante Fisch nur in einem Exemplar gefangen ist, so konnte ich nur ein Auge zur Untersuchung herausnehmen; es war das linke. Glücklicherweise war es gut erhalten und ließ in den Aufbau einen befriedigenden Einblick gewinnen.

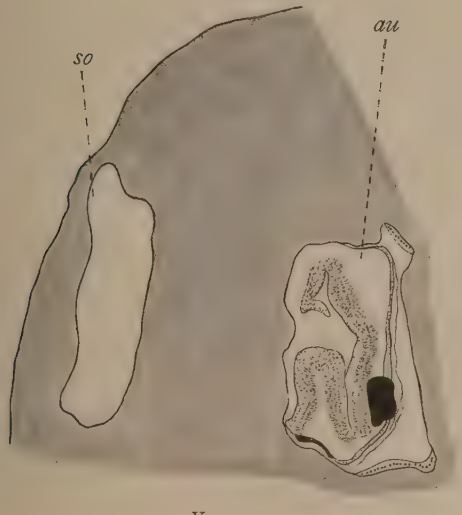
Der Bulbus (Fig. 6) erscheint im Schnitt kegelförmig; die Spitze des Kegels ist mediad gerichtet, die Basis wird von der sehr wenig gewölbten Cornea gebildet. Der sagittale Durchmesser beträgt 3,1 mm, die Breite beträgt 2,2 mm. Wie schon aus der Gestalt der Cornea hervorgeht, ist der Kegel nicht regelmäßig ausgebildet, sondern, in rostro-caudaler Richtung zusammengedrückt. Die Seitenwände des Bulbus werden von dem sehr stark entwickelten Scleraknorpel (*kn*) gebildet. In der medialen Wand in geringer Entfernung von der Spitze findet sich eine schmale Oeffnung, welche, sich etwas erweiternd, in den Innenraum des Bulbus führt. Die Wände sind am dicksten an der Oeffnung, hier ist der Knorpel 0,9 mm breit, die durchschnittliche Dicke beträgt 0,45 mm. Auf der Außenseite sind die Ränder des Knorpels etwas in den Binnenraum umgebogen. Die Cornea (*c*) ist eine dünne Schicht von parallel gelagerten, locker gefügten Fasern. Sie wird noch von einer dünnen Schicht von Fasern des Coriums, die dasselbe Aussehen bieten, und von der Epidermis überzogen. Die Cornea wölbt sich nicht nach außen vor, sondern liegt vielmehr tiefer, und die Haut senkt sich hier ein. Der Binnenraum des Bulbus ist in seiner medialen Hälfte von lockerem Bindegewebe (*bi*) erfüllt, das von Blutgefäßen (*bl*) reich durchzogen wird. Pigment fehlt. Dieser Teil dürfte der Chorioidea gleich zu setzen sein, wenn auch ein Teil des Bindegewebes erst sekundär von außen eingewuchert sein sein dürfte. Die andere, laterale Hälfte wird von der Retina (*re* + *rep*) zum größten Teil eingenommen. Sie befindet sich, soweit die Gestalt in Frage kommt, noch nicht ganz auf dem Stadium des Augenbechers, die innere Wand liegt der äußeren, dem künftigen Pigmentblatt noch nicht an, sondern beide sind noch durch einen weiten Zwischenraum voneinander getrennt. Der Rand des doppelwandigen Bechers ist nach innen unregelmäßig stark umgebogen und entspricht der Anlage der Iris (Fig. 6, 7, *i*). Der Abstand von dieser bis zum Pigmentepithel beträgt nur 0,9 mm, der Durchmesser des ebenfalls wie der Bulbus seitlich zusammengedrückten Bechers 1 mm. Wie viel der andere größere Durchmesser mißt, kann ich nicht sagen, da ich das Auge nur in Querschnitte zerlegt habe. Das Pigmentepithel (Fig. 8, *rep*) besteht aus kubischen Zellen, enthält aber kein Pigment. Während dieses embryonalen Charakter zeigt, ist die Pars optica viel weiter entwickelt als man nach ihrer Gestalt erwarten sollte. Sie (Fig. 9) ist dünn. Stäbchen und auch Zapfen sind, nach der Form zu urteilen, vorhanden. Sie sind nicht homogen, sondern erscheinen als kurze protoplasmatische Fortsätze (Fig. 9, 10). Dann folgen nach innen mehrere Schichten von Kernen, die aber nicht scharf getrennt voneinander sind. Es läßt sich daher nicht sagen, welche den Stäbchen- und Zapfenzellen, und welche den bipolaren zuzurechnen sind. Einige, die durch die Größe ihrer Kerne auffallen, dürften Ganglienzellen sein. Der Nerv (Fig. 7, 8, *op*) dringt ebenso wie die Blutgefäße durch das schon erwähnte Loch im Scleraknorpel ein, durchzieht die dicke Schicht des Chorioideagewebes und dringt dann in die Retina ein. Von einer Linse ist nichts zu sehen. Ebenso fehlen Retractor und die Augenmuskeln.

Ein zum Teil ähnliches, zum Teil aber wesentlich anderes Bild bietet das rudimentäre Auge von *Barathronus affinis* (Taf. 35, Fig. 11—13, Textfig. III). Der Fisch lebt sehr wahrscheinlich im Schlamm. Darauf weist die gallertweiche, völlig schuppenlose und fast pigment-

freie Haut, durch welche die Blutgefäße, das schwarze Bauchfell, Muskeln u. a. durchscheinen, ferner das kleine Maul und die starke Rückbildung des Auges. Bei dem 12,4 cm großen, noch nicht konservierten *B. diaphanus* sah man auf der Valdivia in der Gegend des Kopfes, in der die Augen hätten liegen müssen „parabolisch gekrümmte Hohlspiegel, welche in goldigem Glanze reflektieren" (Chun 1903, p. 541). Am konservierten Tier ist hiervon sowie überhaupt von den Augen oder Augenresten makroskopisch nichts mehr zu erkennen. Bei dem nur 4,8 cm langen Exemplar von *B. affinis* schien das Auge als ein minimaler schwarzer Punkt durch die Haut durch. Was aber den Eindruck von Hohlspiegeln hervorgerufen hat, ist mir auch nach der Untersuchung unklar geblieben. Vielleicht sind es Schädelpartien gewesen.

Wie die untenstehende Textfigur, die einen etwas schief geführten Querschnitt durch den Kopf wiedergibt, zeigt, liegt das Auge von der Haut ziemlich weit, nämlich 1,2 mm entfernt und hat zu ihr keine Beziehungen mehr. Zwischen beiden liegt außer Kanälen der Seitenorgane nur Bindegewebe, dagegen keine Muskeln oder Skeletteile. Die Form des Bulbus ist die eines Kästchens, dessen Wände aber stark verkrümmt sind. Der sagittale Durchmesser mißt 0,44 mm, der vertikale 0,81 mm. Die Cornea (Fig. 11, 12, *c*) besteht nur aus einer gefalteten Schicht von Zellen, die keine faserige Differenzierung erkennen lassen. Der Knorpel der Sclera ist nur als ein schwacher Ring (*kn*) ausgebildet und ist weit mediad verschoben. Will man seinen lateralen Rand wie gewöhnlich als Grenze zwischen Cornea und Sclera setzen, so ist der Umfang der Cornea viel größer als der der Sclera. Der nicht knorplige Teil der letzteren ist eine dünne Membran, die im Knorpelrahmen ausgespannt ist. Die Chorioidea ist schwach entwickelt. Sie enthält einzelne Blutgefäße (*bl*), aber kein Pigment. Die Retina (*re*) steht der Form nach auf dem Stadium des Augenbechers. Das Pigmentblatt (*rep*) und die Pars optica sind noch nicht aneinander gelagert, sondern noch durch einen weiten Spalt getrennt. Auf der einen, dorsalen Seite (Fig. 11) ist der Zusammenhang beider wahrscheinlich künstlich gelöst; das Ende α dürfte mit β zu verbinden sein. Die Iris fehlt gänzlich. Das Pigmentepithel (*rep*) ist zum größten Teil pigmentfrei. Nur an den Seiten liegen stärkere Pigmentmassen und in der ventralen Hälfte eine besonders große (*rep*^{1}), die weit gegen die Pars optica vorspringt. Hier nimmt das Epithel nicht nur an Höhe zu, sondern, wie gebleichte Schnitte (Fig. 13) lehren, liegen hier die Zellen mehrschichtig. Es macht den Eindruck, als ob das Epithel sich hier zusammengeballt hätte, eine Erscheinung, die uns bei *Myctophum* in ähnlicher Weise wieder begegnet. Jedenfalls gehört die Pigmentmasse zum Epithel. Der Haufen erstreckt sich nicht über die ganze ventrale Wand, sondern ist hier auf einen kleinen Raum beschränkt.

Fig. III.



Vergr. 40.

Die Pars optica (Fig. 11, 12, *re*) ist unregelmäßig gestaltet, verhältnismäßig breit. Die Schichten sind nicht klar voneinander abgegrenzt, so daß man nicht entscheiden kann, ob und

welche Zellen als bipolare und Ganglienzellen zu bewerten sind. Nur die Schicht der Stäbchenzellen ist regelmäßig und unterscheidet sich von den übrigen durch ihre dunkler sich färbenden Kerne. Die Stäbchen sind kurz; Zapfen habe ich nicht gefunden. Die mehrschichtige Anordnung, welche die Fig. 11 und 12 zeigen, ist sehr wahrscheinlich auf eine schiefe Schnittrichtung zurückzuführen. Der Opticus ist sehr dünn, er dringt nahe der dicken Pigmentmasse ein. Am nasalen Rand des Auges liegt ein unregelmäßig kugliges Gebilde (Fig. 12, *al*), das aus ganz ohne Ordnung gelagerten Zellen besteht. Es dürfte die Linse sein. Es ist sehr leicht möglich, daß sie mit dem Auswachsen des Tieres ganz verschwindet.

Wenn man die Augen von *Benthobatis* und *Barathronus* miteinander vergleicht, so sind in Bezug auf die Ausbildung der Retina große Aehnlichkeiten vorhanden. Beide haben noch nicht das Stadium des fertigen Augenbechers erreicht, in beiden ist aber die histologische Differenzierung der Pars optica bis zum Ende fortgeschritten, wenn auch unregelmäßig und unvollkommen. Weniger wichtig erscheint mir der Mangel des Retinapigments bei *Benthobatis* und sein Vorhandensein bei *Barathronus*. Ob die Zellen im ersteren Fall bereits vor dem Stadium der Pigmentbildung in ihrer Entwicklung stehen geblieben sind, oder ob auf jüngeren Stadien Pigment bereits vorhanden gewesen und wieder verschwunden ist, läßt sich nicht entscheiden. Ganz auffallend verschieden ist bei beiden dagegen die Gestaltung der Sclera, besonders die Ausbildung des Knorpels, bei *Barathronus* nur eine dünne Wand, bei *Benthobatis* dagegen eine monströse Verdickung. Es ist möglich, daß dieser Unterschied in der verschieden tiefen Lage des Auges begründet ist.

b) Die Augen von bathypelagischen Fischen.

Als bathypelagische Fische bezeichne ich hier nicht nur solche, welche wahrscheinlich dauernd Tag und Nacht in der Tiefsee leben, sondern auch solche, welche Nachts in die Oberflächenschichten sicher oder möglicherweise aufsteigen.

15. *Myctophum* (Scopelidae).

(Taf. XXXIII, Fig. 1—7.)

Es wurden die Augen von 14 Arten dieser Gattung untersucht, die den von mir unterschiedenen Untergattungen *Myctophum*, *Lampanyctus* und *Diaphus* angehörten. Das Auge zeigt in den meisten Punkten keine Abweichungen vom gewöhnlichen Fischauge, so daß ich eine ausführlichere Beschreibung nicht zu geben brauche. Es möge nur erwähnt werden, daß bei allen die Stäbchenlänge $^1/_3$ oder fast $^1/_3$ der ganzen Retinabreite beträgt, daß die Stäbchenzellenkerne 5—6, bei einem älteren über 10 cm langen Exemplar von *M. (Diaphus) effulgens* in 6—8 Schichten gelagert sind, die bipolaren und amakrinen Zellen je 1—2 Schichten, die Ganglienzellen und horizontalen Zellen je eine Schicht bilden. Von dem gewöhnlichen Auge von Lichtfischen unterscheidet sich das *Myctophum*-Auge besonders in zwei Punkten, nämlich im Mangel an Zapfen und in der Reduktion des Retinapigments. Beide dürften zum Leben im Dunkeln in Beziehung stehen. Die erstere Erscheinung haben wir schon bei Grundfischen an-

getroffen und ist, wie sich weiter zeigen wird, für das Auge der Dunkelfische charakteristisch. Eine Reduktion des Pigments der Retina kommt, abgesehen von rudimentären und albinotischen Augen sonst z. B. bei Raubtieren, Huftieren, Walen, also bei solchen Augen noch vor, bei denen ein Tapetum stark entwickelt ist und durch den Pigmentmangel zur Wirkung gelangt. Es liegt daher die Annahme nahe, daß auch bei *Myctophum* diese Eigentümlichkeit mit dem Vorhandensein eines Tapetums im Augenhintergrunde im Zusammenhang steht. Das ist auch richtig. Zwar war das Tapetum bei den meisten sehr schwach entwickelt, und bei abgeblendetem Licht war ein Glanz nicht erkennbar, aber dieses erklärt sich sehr wahrscheinlich aus der Jugend der Exemplare. Bei dem älteren von *M. effulgens* war es sehr deutlich.

Weshalb ich näher auf diese Erscheinung eingehe, rührt daher, daß bei *Myctophum* sich die Reduktion des Retinapigments sehr gut verfolgen läßt und zum Teil in sehr eigenartiger Weise verläuft. Soweit ich weiß, ist von den anderen Tieren mit tapetierten Augen nichts darüber bekannt, ob im Pigmentepithel Pigment anfangs noch gebildet wird und dann im Laufe der Entwicklung wieder verschwindet, oder ob es überhaupt nicht mehr auftritt.

Weil das Material zu gering war, konnte ich leider nicht den Rückbildungsprozeß durch alle Stadien hindurch bei Individuen derselben Art verfolgen, sondern mußte die Stadien verschiedener Arten kombinieren. Im allgemeinen dürfte der Verlauf des Prozesses wohl richtig geschildert sein, aber es ist auch möglich, daß, wenn man ein größeres Material untersuchen wird, sich zeigen wird, daß für jede Untergattung, ja vielleicht für jede Art mindestens zeitliche Verschiedenheiten vorhanden sind. Es wäre eine solche Feststellung vielleicht insofern von großem Wert, als man aus derartigen Verschiedenheiten auf Verschiedenheiten des Anpassungsgrades an das Leben im Dunkel oder auf verschieden tiefen Aufenthalt der Arten schließen könnte. Einige Anhaltspunkte hierfür glaube ich schon bei meiner Untersuchung gefunden zu haben.

Das jüngste, 1,1 cm lange Exemplar einer *Myctophum*-Art, die, da die Leuchtorgane noch nicht sichtbar waren, nicht näher bestimmbar war, ist in Fig. 1, Taf. XXXIII dargestellt. Schon auf diesem frühen Stadium treffen wir den Anfang der Reduktion des Retinapigments (*rep*). In der Iris (*i*) und ebenso im größten Teil der Pars optica bildet es noch eine kontinuierliche Schicht und im letzteren Teil befindet es sich in Lichtstellung, dagegen nehmen die Fortsätze gegen die Peripherie zu, an Länge ab und in einem schmalen peripheren, an die Iris angrenzenden Gebiet haben die Zellen keine Spur von Pigment mehr.

Ein ähnliches Bild gibt die Fig. 2 von einem 2,1 cm langen *M. (Lampanyctus) indicum*. In der Iris (*i*) ist die Pigmentschicht unverändert, aber die pigmentfreie laterale Zone ist größer geworden und weiter fällt auf, daß es im übrigen Gebiete, in dem das Pigment vorhanden ist, völlige Dunkelstellung zeigt, indem keine Fortsätze mehr die Stäbchen umschließen.

Bei einem *M. Humboldti*, das nur 1,8 cm lang war (Fig. 3), treffen wir nur eine in der Mitte dicke Pigmentscheibe (*rep*) am Augengrunde, die vom Opticus (*op*) durchbrochen wird. Wenn man dieses Bild mit dem letzten vergleicht, gewinnt man den Eindruck, als ob sich das Pigment bei der Reduktion in der Umgebung des Opticuseintritts zusammenballe. Und in der Tat scheint dieses stattzufinden. Denn gebleichte Schnitte (Fig. 4, *rep*) zeigen, daß zwar im ganzen Umfang der Pars optica eine Schicht platter Zellen vorhanden ist, die das Pigmentepithel darstellen, aber in der genannten Scheibe sind die Zellen enger zusammengedrängt und bedeutend

höher. Sie lassen aber die Stäbchen ganz frei. Da ich dasselbe Bild auch bei *M. Benoiti* und *M. Benoiti Reinhardti* gefunden habe, so handelt es sich sicher nicht um ein Kunstprodukt. Auch bei *Barathronus* zeigte das Pigmentepithel eine ähnliche Verdichtung. Ob bei erwachsenen Tieren das Pigment völlig verschwindet, kann ich nicht sagen, da ich von den untersuchten Arten solche Exemplare nicht zur Verfügung hatte.

Bei *M. laternatum* (Fig. 5; 1,9 cm lang) habe ich eine Abweichung gefunden, indem hier die dicke Pigmentscheibe nicht am Opticuseintritt lag, sondern auf der ventralen Seite (*rep*) in geringer Entfernung von der Iris (*i*). In den übrigen Teilen fehlte es außer in der Iris, wo es die gewöhnliche Stärke besaß, völlig. Die Rückbildung muß sich hier also ganz asymmetrisch vollzogen haben. Das Pigmentepithel besteht aus platten Zellen, die in der Scheibe wieder viel dichter liegen.

Einen anderen Modus der Pigmentreduktion habe ich bei *M. (Lampanyctus) Warmingi*, *longipes* und bei den vier untersuchten *Diaphus*-Arten *splendidum*, *elucens*, *fulgens* und *lacerta* gefunden. Insofern ist zwar der Verlauf des Prozesses der gleiche, als das Pigment (*rep*) zuerst in den peripheren, der Iris benachbarten Teilen schwindet, und dann der Prozeß allmählich gegen die Papille des Opticus fortschreitet (Fig. 6, 7), aber er unterscheidet sich dadurch, daß hierbei das vorhandene Pigment nicht eine kontinuierliche Schicht bildet, sondern Lücken entstehen, offenbar in einzelnen Zellen es früher schwindet als in andern. Infolgedessen erscheint die Pigmentschicht gitterartig, perforiert, und das Tapetum (*tap*) kann hier viel früher zur Wirkung kommen als bei den andern Arten. Die Zellen, welche noch Pigment besitzen, bilden einen kurzen, plumpen Fortsatz. Bei dem größten, sicher 10 cm langen Exemplar von *M. (Diaphus) splendidum* (Fig. 7 *rep*) waren nur in der nächsten Umgebung des Opticus (*op*) noch einige pigmenthaltige Zellen vorhanden, in allen andern, die platt waren, fehlte es.

Wie ich schon oben sagte, kann man aus der Zeit und der Art der Reduktion des Retinapigments vielleicht Schlüsse auf die Lebensweise der Myctophiden und die Tiefe ihres Aufenthaltes ziehen, eine sichere Begründung werden sie aber erst dann erhalten, wenn man systematisch zur Tag- und Nachtzeit die vertikale Verbreitung der Arten im Alter und in der Jugend durch Schließnetzfänge feststellt. Daß überhaupt die Zellen noch Pigment bilden, deutet an, daß die jungen Tiere in den belichteten Schichten auch am Tage leben und erst in die Tiefe hinabwandern und nur nachts aufwärts schwimmen, vielleicht nachdem die Leuchtorgane ausgebildet sind. Zugleich hören die Zellen auf, Pigment zu bilden, das vorhandene wird resorbiert, und das Tapetum kommt zur Wirkung. Damit ist das Lichtauge der jungen Tiere zum Dämmerungsauge geworden. Aber dieser Prozeß zeigt Verschiedenheiten. Bei Exemplaren von *Lampanyctus*-Arten, die 2—2,4 cm lang waren, ist noch in einer breiten Zone des Augengrundes Pigment vorhanden, während solche der Untergattung *Myctophum*, die nur 1,45—1,8 cm lang waren, dasselbe bis auf die dicke Scheibe völlig verschwunden ist. Man könnte daraus schließen, daß erstere später ihr Lichtleben aufgeben als die letzteren. Indessen weisen andere Tatsachen auf ein anderes Verhältnis der beiden Untergattungen, einmal die, daß bei den *Lampanyctus*-Arten die Dunkelstellung des Pigments früher auftritt als bei den *Myctophum*-Arten, und daß für erstere durch die Expedition ein Aufenthalt in so großer Tiefe nachgewiesen ist, daß ein nächtliches Aufsteigen in die Oberflächenschichten kaum wahrscheinlich ist, während für die Untergattung *Myctophum* letzteres feststeht. Vielleicht steht die langsame Reduktion des

Retinapigments bei *Lampanyctus* gerade zu einem frühzeitigen Hinabwandern in die Tiefe und einem dauernden Aufenthalt in ihr in Beziehung. Denn auffallenderweise scheint bei echten Tiefseefischen das Tapetum keine größere Rolle zu spielen, sondern nur oder hauptsächlich bei solchen vorzukommen, die nachts in den oberen Schichten, also im Dämmerlicht sich aufhalten.

Im systematischen Teil (p. 173, 174) habe ich zwei Arten der Untergattung *Myctophum*, *M. arcticum* (Lütken) und *M. parallelum* (Lönnb.) beschrieben, welche dadurch sich von allen bis jetzt bekannten Myctophiden unterscheiden, daß die Linse nicht central gelegen, sondern dorsad etwas verschoben ist. Infolge des außerordentlich liebenswürdigen Entgegenkommens des Herrn Prof. Dr. Jungersen (Kopenhagen) konnte ich ein Auge von *M. arcticum* untersuchen. Wenn das Exemplar auch schon alt war, so hoffte ich doch noch einen Ueberblick über den inneren Bau gewinnen zu können. Die Form war auch noch gut erhalten, die Retina hatte sich sogar vom Pigmentepithel nicht abgehoben, aber die Retina zeigte außerdem Verhältnisse, die ich nicht als natürliche bewerten kann. Im Augengrunde war sie verdünnt, dagegen in der dorsalen und ventralen Hälfte verdickt, wie man es auch bei Teleskopaugen, die in Ausbildung begriffen sind, ähnlich findet, aber diese Verschiedenheiten waren zu ungleichmäßig über die ganze Retina verteilt, so daß es mir zweifelhaft ist, ob die etwaige Deutung, es liege hier der Beginn der Teilung der Retina in eine Haupt- und Nebenretina vor, richtig ist. Der vertikale Durchmesser des Bulbus ist 4,5 mm, der horizontale 4 mm, der sagittale 3,7 mm (das Auge ist aber etwas verdrückt). Der Durchmesser der großen Linse beträgt 2,4 mm. Vom Retinapigment ist außer in der Iris nur in der Mitte des Augengrundes ein dünner Streifen, der Lücken enthält, vorhanden.

16. *Neoscopelus macrolepidotus* Johns. (Scopelidae).

Das untersuchte Auge war leider geschrumpft, doch ließ sich feststellen, daß die Verhältnisse ganz ähnliche sind wie bei *Myctophum*. Es sind nur Stäbchen vorhanden. Das Retinapigment ist nur in der Iris vorhanden; die Zellen des Pigmentepithels sind platt. Ein Tapetum ist auf der Außenseite der Iris stark entwickelt, wenn es auch keinen Glanz bei abgeblendetem Licht zeigte, dagegen war es nur in einer sehr dünnen Schicht hinter dem Retinapigmentblatt vorhanden, obwohl das untersuchte Exemplar 12 cm lang war. Hinter dem Tapetum liegen zunächst die Blutgefäße, dann die Pigmentschicht der Chorioidea, welche keine Lücken zeigt. Die Breite der Retina beträgt 0,15 mm, die Länge der Stäbchen 0,06 mm. Die Schichten der Retina zeigen ebenfalls ein ähnliches Bild wie bei *Myctophum*. Die Kerne der Stäbchenzellen liegen in 4—5 Schichten, die der bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen bilden nur je eine, die letzteren sind in ihr ziemlich locker gelagert. Von horizontalen Zellen habe ich nichts erkennen können.

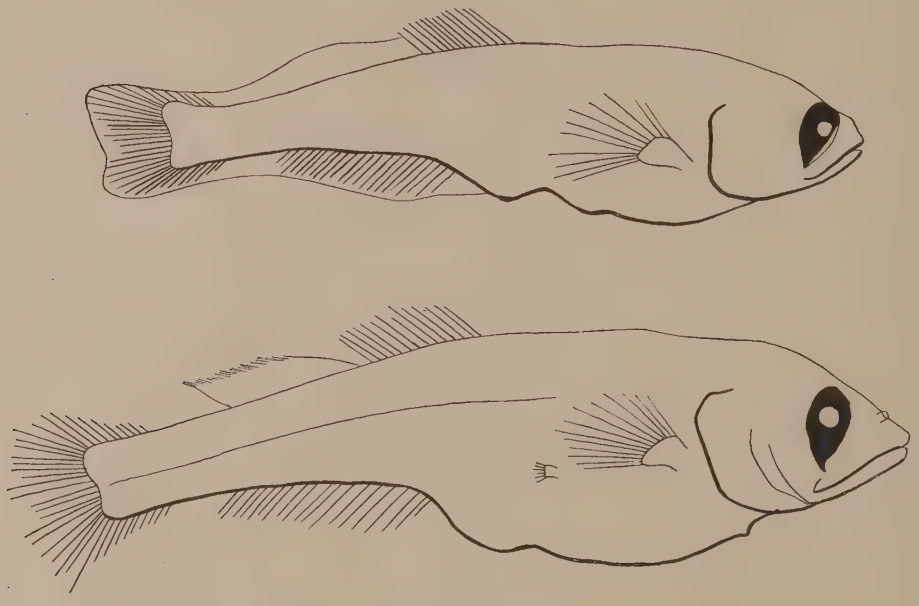
17. Auge eines nicht näher bestimmten jungen Fisches (Scopelidae).

(Taf. XXXVI, Fig. 16, 17, Textfig. IV.)

An die Myctophiden schließe ich hier einen Fisch an, der besonders auf den Stationen 135, 136, also südlich von Afrika in der Antarktis häufiger von der Valdivia-

Expedition gefangen worden ist. Alle Exemplare waren noch nicht pigmentiert, die meisten für die Bestimmung wichtigsten Charaktere waren noch nicht scharf genug ausgebildet, um eine Bestimmung genügend zu begründen. Die beiden untenstehenden Textfiguren von zwei verschieden alten Stadien lassen erkennen, daß der Fisch wahrscheinlich den Myctophiden nahe verwandt ist. Seine Größe schwankte zwischen 1,5 und 1,9 cm. Die Flossen sind bei dem ältesten Exemplar sämtlich vorhanden, die Bauchflossen allerdings nur klein und infolge des vorgetriebenen Bauches seitlich und hoch gelagert. Sie liegen hinter den Brustflossen, etwas vor der Vertikale des Anfangs der Rückenflosse. Die Analflosse beginnt fast unter der Mitte der letzteren, sie ist etwas länger. Die Brustflosse hat etwa 10—12, die Rückenflosse 13—14, die Analflosse 19—24 Strahlen, doch sind die Zählungen nicht genau wegen der noch schwachen

Fig. IV.



Entwicklung der Strahlen durchzuführen. Eine Fettflosse ist vorhanden, ebenso eine Seitenlinie, Nebenkieme, Reusenborsten. Die Zahl der Branchiostegalradien ist etwa 8.

Ob es ein im Dunkeln lebender Fisch ist, läßt sich nicht entscheiden; das Fehlen von Zapfen deutet darauf hin. Daß ich den Fisch hier behandle, dazu werde ich allein durch die sehr sonderbare Gestaltung des Auges veranlaßt, die in ähnlicher Weise auch bei jungen Stadien von Augen echter Tiefseefische sich findet. Das Auge (Taf. XXXVI, Fig. 16) ist viel länger als breit, der vertikale Durchmesser des Bulbus beträgt 1,7 mm, der horizontale dagegen nur 0,7 mm. Der ventrale Teil ist zipfelförmig (*zi*) und ist durch eine tief einschneidende Furche von der Kopfwand getrennt. Der Zipfel ist schwarz pigmentiert, und außen ist das Pigment von einer etwas silberglänzenden Schicht überzogen. Eine leichte Ringfurche trennt den Zipfel vom dorsalen Teil, doch ist es mir wahrscheinlich, daß diese auf eine kleine Schrumpfung zurückzuführen ist. Das Auge erscheint ganz unsymmetrisch gebaut, indem die Pupille und Linse ganz in die dorsale Hälfte verlagert sind.

Wie die Schnitte (Fig. 17) lehren, gehört der ventrale Zipfel (*zi*) zum Auge. Die Cornea (*c*) überdeckt die ganze laterale Fläche bis zur Spitze des Zipfels und natürlich umfaßt ihn auch die Sklera (*kn*). Die Chorioidea kleidet die Innenwand des Zipfels aus. Aber das innere, vom Retinapigment umschlossene Auge füllt nur die dorsalen zwei Drittel des Bulbus aus; sein vertikaler Durchmesser beträgt nur 1,2 mm. Es erscheint ganz symmetrisch gebaut, insofern die Linse central liegt, die Retina gleichmäßig die innere Wand auskleidet, der Nerv nahe der Mitte des Augengrundes eintritt, und auch sogar das Ligamentum pectinatum (*lip*) nicht am ventralen Ende nahe der Grenze zwischen Cornea und Sclera liegt, sondern viel weiter dorsal von der Cornea zur Iris zieht. Denkt man sich den ganzen Zipfel fort, so würde die Gestaltung des Auges nicht so absonderlich erscheinen.

Das Chorioideapigment lagert zum größten Teil dem äußeren Blatt der Retina eng an, nur in der dorsalen Hälfte und besonders im Bereich des Zipfels ist es durch Blutgefäße (*bl*) von ihm getrennt, im Zipfel sackartig ausgebuchtet. Eine andere Pigmentschicht (*chp*), die man auch der Chorioidea zurechnen muß, kleidet die Innenwand des Zipfels aus, ist also ebenfalls wie dieser kegelförmig. Dieser Pigmentschicht liegt außen eine Schicht langer Fasern (*ta*) auf, die sehr lange Kerne besitzen. Sie erstrecken sich dorsad über die laterale Wand der Iris und auch etwas auf die Hinterwand des Bulbus, etwa bis zur Höhe des Opticuseintritts. Diese Fasern sind es, die den makroskopisch sichtbaren Silberglanz erzeugen, und können nur als Tapetum gedeutet werden. Die Bedeutung des Zipfels ist mir rätselhaft. Am eigentlichen im dorsalen Teil des Bulbus gelegenen Auge fällt zunächst auf, daß der vertikale Durchmesser länger ist als der horizontale, weiter daß die Iris dorsal und ventral wie gewöhnlich eine horizontal gestellte Scheidewand zwischen der vordern und hintern Augenkammer darstellt, nasal und temporal dagegen fast vertikal aufgefaltet ist, so daß der horizontale Durchmesser der Pupille fast gleich groß wie der des Auges ist. Es wurde schon erwähnt, daß Zapfen fehlen. Die Stäbchen sind kurz, nur 0,039 mm, die Breite der ganzen Retina beträgt 0,15 mm. Die Pigmentzellen (*rep*) der Retina besitzen lange Fortsätze, erscheinen also in Lichtstellung, aber sie sind voneinander durch Lücken getrennt, so daß die Pigmentwand wie perforiert erscheint, und lassen trotz ihrer Länge die Stäbchen ziemlich frei. Aehnliche Verhältnisse habe ich noch bei *Evermannella atrata* gefunden. Hier steht diese Gestaltung des Pigmentepithels offenbar mit einem Tapetum, das aber nicht außerhalb in einer besonderen Schicht vorhanden ist, sondern in den Pigmentzellen selbst liegt, in Beziehung. Es ist daher möglich, daß hier ähnliche Verhältnisse vorliegen, aber infolge des geringen Alters der Fische noch nicht entwickelt oder noch nicht erkennbar sind. Daß das Tapetum, welches oben erwähnt wurde, hierbei in Frage kommt, erscheint ausgeschlossen, weil dieses nach innen vom Chorioideapigment abgesperrt ist.

18. *Microstoma microstoma* (Risso) (Salmonidae).

Das fast runde Auge ist sehr groß. Bei einem 10,5 cm langen Tier ist das Verhältnis zur Kopflänge 1 : 2,7. Am herausgenommenen Auge mißt der horizontale Durchmesser 8 mm, der vertikale 7 mm, der sagittale 4,1 mm. Es ist also im Vergleich mit der Größe ziemlich flach. Die Pupille ist horizontal 4 mm, vertikal 3,2 mm. Die Linse hat einen Durchmesser von 3 mm, sie ist an die temporale Wand verlagert, auf der nasalen Seite grenzt sie nicht an

die Iris, sondern ist von ihr durch einen 1 mm weiten Raum getrennt. Der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum beträgt etwa 2,6 mm; da die Retina etwas geschrumpft ist, ist dieser Wert nicht genau. Die Retina zeigt in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleichmäßige Ausbildung, sie bleibt bis fast zur Iriswurzel gleich dick. Ihre Breite (ohne ihr Pigmentblatt) beträgt 0,18 mm. Die Stäbchen — Zapfen fehlen — sind 0,06 mm lang, also $^1/_3$ der Retinabreite. Sie sind völlig frei vom Pigment, das Dunkelstellung zeigt. Die Kerne der Stäbchenzellen bilden 4—5 Schichten, die horizontalen Zellen eine, die bipolaren und amakrinen 2 und die Ganglienzellen eine. Ein Tapetum ist nur in der lateralen Wand der Iris entwickelt.

19. *Bathylagus antarcticus* GÜNTH. (Salmonidae).

Das Auge dieser *Microstoma* verwandten Gattung fällt makroskopisch durch seine Größe, indem der horizontale Durchmesser etwas mehr als die Hälfte der Kopflänge ausmacht, und weiter durch die große Pupille und den weiten aphakischen Raum auf. Bei einem Auge, dessen innerer, vom Retinapigment umschlossener Teil einen horizontalen Durchmesser von 2,3 mm hatte, war die Pupille 1,6 mm breit. Die Iris war temporal und nasal sehr ungleich breit. Temporal maß sie 0,33 mm, nasal nur 0,08 mm. Da die 0,1 mm große Linse die Pupille nicht ausfüllte, blieb auf der nasalen Seite ein weiter Spalt frei. Das Auge war leider etwas geschrumpft, es sind daher die Werte für den sagittalen Durchmesser des Bulbus (1,7 mm) und für den Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum (0,1 mm) nicht sicher. Das Retinapigment (0,009 mm) zeigte schon bei diesem nur 1,6 cm langen Tier völlige Dunkelstellung. Zapfen fehlen. Ein Retraktor war vorhanden. Die Retina erschien im temporalen Teil breiter als im Augengrunde und im nasalen Teil, aber diese Ungleichheit ist wahrscheinlich auf eine durch die Konservierung veranlaßte Faltung der Netzhaut zurückzuführen. Ihre Breite beträgt im Augengrund 0,08 mm. Die Stäbchen sind 0,025 mm lang. Die äußere Körperschicht hat 4, die innere 2 Schichten, von denen je eine auf die bipolaren und amakrinen Zellen fällt, die Ganglien- und horizontalen Zellen liegen auch nur in einer Schicht.

20. *Aleposomus lividus* A. BR. (Alepocephalidae).

Bei einem 28 cm langen Exemplar war der horizontale Durchmesser des herausgenommenen linken Auges fast $^1/_3$ der Kopflänge. Der vertikale war fast gleich groß. Die Pupille ist oval; der größere Durchmesser mißt 13,5 mm, der kleinere vertikale 10 mm. Die Linse, deren Durchmesser 10 mm beträgt, ist temporad verschoben, zwischen ihr und der Iris ist auf der nasalen Seite ein 3,5 mm breiter Spalt. Temporal ist die Iris (7 mm) etwas breiter als nasal (6 mm). Die Hinterwand des Bulbus erschien asymmetrisch gestaltet, indem er im temporalen dorsalen Teil viel tiefer war als im nasalen ventralen, der sagittale Durchmesser betrug im ersteren 16,5 mm. Die Untersuchung des Auges lehrte aber, daß diese Gestalt offenbar durch eine Schrumpfung des Auges entstanden ist. Dafür spricht auch, daß die Retina keinerlei besondere Differenzierung in jenem Teil zeigte, sondern im ganzen Augengrunde gleichmäßig ausgebildet war. Es sind nur Stäbchen vorhanden, deren Länge (0,07 mm) gleich der Hälfte der Breite der ganzen Retina (ohne ihr äußeres Blatt) ist. Das Pigmentepithel ist sehr dünn, 0,01 mm

breit und das Pigment läßt die Stäbchen ganz frei. Die äußere Körnerschicht hat 3 Schichten, die übrigen Zellen liegen je nur in einer, dabei zeigt die Schicht der Kerne der Ganglienzellen große Lücken. Ein Tapetum fehlt.

21. *Avocettina infans* (Günth.) (Nemichthyidae.)

Diese Form bietet als Vertreter der pelagisch lebenden Tiefseeaale im Vergleich mit den Grundaalen, deren Auge oben bereits besprochen wurde, Interesse. Makroskopisch fällt sofort auf, daß die Cornea nicht wie bei diesen trüb erscheint. Es zieht zwar hier auch nicht nur die Epidermis, sondern auch das Corium über die Cornea propria hinweg, aber die Schicht des letzteren ist nur sehr dünn (0,07 mm); ihre Fasern verlaufen parallel. Das Auge ist klein. Der horizontale Durchmesser beträgt bei einem 28,8 cm langen Exemplar 2 mm, der sagittale 1,4 mm. Das innere, vom Pigmentepithel umgrenzte Auge hat für ersteren den Wert von 1,6 mm und für letzteren den von 1,2 mm. Die Pupille ist breit, 1,2 mm. Der nasale Teil der Iris (0,15 mm) ist viel schmäler als der temporale (0,26 mm), der aphakische Raum groß. Der Linsendurchmesser beträgt 0,74 mm, der Abstand der Stäbchen vom Linsenzentrum 0,74 mm. Im Gegensatz zu jenen Grundaalen ist das Retinapigment wohl entwickelt (0,13 mm breit), dagegen das Pigment der Chorioidea schwach. Ein Tapetum fehlt. Die Retina zeigt bis zur Iriswurzel eine fast gleichmäßige Ausbildung, sie verliert nur etwas an Breite. Im Augengrunde ist diese 0,85 mm, das Pigmentblatt nicht mitgerechnet. Die Stäbchen sind kurz (0,3 mm), aber dünn, wie die in 6 Schichten angeordneten Kerne der Stäbchenzellen zeigen. Zapfen fehlen. Die bipolaren und amakrinen Zellen bilden je zwei Schichten, die horizontalen und Ganglienzellen je eine, und die Schicht der letzteren zeigt ein dichtes Gefüge

22. *Melamphaes suborbitalis* (Gill.) (Berycidae).

(Taf. XXXIII, Fig. 10.)

Das Auge dieser Art, von dem ich nur ein 2,27 cm langes Exemplar untersuchen konnte, zeigt als wesentliche Unterschiede von dem typischen eines Lichtfisches nur das Fehlen von Zapfen und die fast völlige Dunkelstellung des Pigments (es sind nur sehr kurze Fortsätze der Zellen vorhanden) und vielleicht den geringen Abstand der Retina vom Centrum der verhältnismäßig großen Linse. Der Linsenradius beträgt 0,325 mm, der Abstand nur 0,56 mm.

Der horizontale und vertikale Durchmesser des Bulbus beträgt 1,5 mm, der sagittale 1,1 mm. Die Retina ist gleichmäßig entwickelt, allmählich an Höhe gegen die Iriswurzel verlierend. Ihre Breite (ohne ihr äußeres Blatt, das 0,013 mm breit ist) beträgt 0,087 mm. Die Stäbchen sind kurz, 0,03 mm. Die Kerne der Stäbchenzellen bilden 4—6 Schichten, die der bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen je eine. Während in ihnen die Kerne dicht nebeneinander liegen, finden sich zwischen denen der horizontalen Zellen größere Abstände.

23. *Lepidopus tenuis* Günth. (Trichiuridae).

Das Auge eines 71,1 cm langen Fisches ist rund, der horizontale und vertikale Durchmesser des Bulbus mißt 16,25 mm, der sagittale 12 mm. Die Pupille, welche von der Linse

ganz ausgefüllt wird, ist 7 mm weit. Die Iris zeigte goldenen Glanz. Wie die Untersuchung zeigte, fehlt sonst ein Tapetum dem Auge. Das Vorhandensein eines Retraktors der Linse läßt sich schon makroskopisch feststellen. Leider war das innere Auge geschrumpft. Das Pigmentepithel ist sehr schmal (0,01 mm). Das schwarze Pigment befindet sich in völliger Dunkelstellung. Die Stäbchen — nur solche sind vorhanden — sind noch nicht $^1/_3$ der Breite der Retina (0,39 mm) lang; ihre Länge ist 0,12 mm. Sie sind aber sehr dünn, die Kerne der Stäbchenzellen liegen in 8—10 Schichten. Ob horizontale Zellen vorhanden sind, kann ich nicht sicher sagen. Die bipolaren Zellen und ebenso die amakrinen bilden 2 Schichten. Die eine Ganglienzellenschicht zeigt nur ein lockeres Gefüge.

24. *Gonostoma elongatum* GÜNTH. (Gonostomidae).

(Taf. XXXIV, Fig. 8, 9.)

Makroskopisch zeigt das Auge eines 3,5 cm langen Exemplares keine Besonderheiten. Es ist rund, der horizontale und vertikale Durchmesser war 1,3 mm, der sagittale 0,9 mm. Die Pupille wird nicht ganz von der 0,5 mm großen Linse ausgefüllt, der kleine Spalt auf der nasalen ventralen Seite war aber offenbar dadurch veranlaßt, daß die Linse in Accommodationsstellung sich befand. In der Fig. 8 ist die Linse nicht in ihrer größten Breite getroffen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt den Mangel von Zapfen und das Retinapigment in fast völliger Dunkelstellung (Fig. 9). Der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum beträgt 0,55, das Verhältnis des Linsenradius zu diesem Abstand 1 : 2,2. Die Retinabreite ohne das schmale Pigmentepithel (0,006 mm) ist 0,043 mm, die Stäbchenlänge nur 0,013 mm. Die Kerne der Stäbchenzellen liegen in 1—2 Schichten, ebenso die der bipolaren und amakrinen Zellen, während die Ganglienzellen nur eine Schicht bilden. Horizontale Zellen sind vorhanden.

25. *Gonostoma denudatum* RAFIN. (Gonostomidae).

Wenn auch das Auge des untersuchten Exemplars schlecht erhalten war, so ließ sich doch erkennen, daß die Stäbchen viel länger (0,043 mm), nämlich fast gleich der Hälfte der Retinabreite (0,1 mm) sind, und weiter, daß sie viel dünner sind als bei *G. elongatum*. Daher erklärt sich auch, daß die Kerne der Stäbchenzellen in 6 Schichten liegen. Die bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen nehmen nur je eine Schicht ein.

26. *Cyclothone* G. u. B. (Gonostomidae).

(Taf. XXXIV, Fig. 10—12.)

Die Gattung *Cyclothone* zeigt hinsichtlich der Größe der Leuchtorgane, wie im ersten Abschnitt dieses Teils geschildert wurde, interessante Verschiedenheiten; bei *C. signata* sind sie am größten, bei *C. obscura* dagegen fast rückgebildet. Die Augen zeigen zum Teil ähnliche Verhältnisse. Bei *C. signata* beträgt das Verhältnis des Auges zur Kopflänge 1 : 12, bei *C. livida* 1 : 11, bei *C. microdon* 1 : 10—12, bei *C. acclinidens* 1 : 10, dagegen ist es bei *C. obscura* nur

1 : 15—20. Man betrachte nur die beiden Figuren 10 und 12, welche Durchschnitte durch ein Auge fast gleich langer Exemplare von *C. microdon pallida* und *C. obscura* wiedergeben.

Das Auge dieser Gattung zeigt außer seiner Kleinheit noch andere Besonderheiten. Bei allen Arten ist es tief gelegen, geschützt durch einen horizontal gelagerten Fortsatz des Schädels (*crd*), der sich dachartig über das rostrale Drittel des Auges legt. Ferner ist die eigentliche Cornea (Fig. 10, *c*) noch von einer Schicht Haut, die aus Epidermis und lockerem Coriumgewebe besteht, überzogen. Pigmentzellen sind in ihr nicht vorhanden. Makroskopisch wird sie erst bei stärkerer Vergrößerung, besonders wenn man die binoculäre Lupe anwendet, erkennbar. Weiter fallen auf die riesige Linse, die weite Pupille und die außerordentlich schmale Iris. Bei *C. microdon pallida* (Fig. 10) und bei *C. obscura* (Fig. 12) und auch bei den andern Arten ist die Pupille fast so breit wie der vertikale Durchmesser des inneren Auges und ist von der Linse fast ganz ausgefüllt. Die Linse ist bei allen sehr groß. Bei *C. microdon* (Länge 4,4 cm, vertikaler Durchmesser des inneren, vom Pigmentepithel umschlossenen Auges 0,56 mm, sagittaler 0,53 mm) ist die Linse 0,37 mm groß, bei *C. microdon pallida* (Länge 2,5 cm, vertikaler Durchmesser des inneren Auges 0,45 mm, sagittaler 0,41 mm) ist sie 0,27 mm, bei *C. acclinidens* (4 cm lang, vertikaler Durchmesser 0,45 mm, sagittaler 0,4 mm) ist sie 0,26 mm, bei *C. signata* (1,8 cm lang, vertikaler Durchmesser 0,43 mm, sagittaler 0,43 mm) ist sie 0,25 mm groß, bei *C. livida* (3,5 cm lang, vertikaler Durchmesser 0,49 mm, sagittaler 0,5 mm) ist sie 0,35 mm groß, und auch bei dem kleinen Auge von *C. obscura* (Länge des Exemplars 2,4 cm, vertikaler Durchmesser 0,35 mm, sagittaler 0,33 mm) ist sie 0,2 mm groß. Infolge der Größe der Linse und der geringen Tiefe ist der Abstand der Stäbchen vom Linsenzentrum sehr gering. Das Verhältnis zwischen dem Linsenradius und diesem Abstand schwankt bei den verschiedenen Arten zwischen 1 : 1,3 und 1 : 2. Selbst wenn man eine Schrumpfung des Auges annehmen wollte, bleibt das Verhältnis doch weit hinter dem Durchschnittswert zurück. Auch die Retina weist besondere Eigentümlichkeiten auf (Fig. 10). Es sind nur Stäbchen vorhanden. Bei einem 6 mm langen jungen Tier, dessen Art nicht bestimmbar war, da die Leuchtorgane, Zähne u. a. noch nicht weit genug entwickelt waren, umhüllten die Fortsätze des Pigmentblattes die Stäbchen, bei allen andern aber, bei denen alle Leuchtorgane vorhanden waren, war es in völliger Dunkelstellung, aber wohl entwickelt, bei *C. obscura* (Fig. 12) dicker als bei den andern. Die Stäbchen sind sind sehr lang. Bei *C. signata* waren sie $^1/_3$ der Retinabreite, bei den andern sogar halb so lang; bei *C. microdon pallida* z. B. ist die Retina ohne das Pigmentepithel, das 0,004 mm breit ist, 0,038 mm breit, die Stäbchen 0,021 mm lang. Sie sind verhältnismäßig dick, nämlich $^1/_{70}$—$^1/_{90}$ ihrer Länge. Bei allen außer bei *C. obscura* zeigte weiter die Retina eine unregelmäßige Ausbildung. Im Augengrunde liegen die Kerne der Stäbchenzellen in nur einer Schicht, dagegen in den peripheren Teilen bis in die Nähe der Iriswurzel in zwei Schichten. Die bipolaren bilden in der ganzen Retina nur eine Schicht, amakrine sind nur in den peripheren Teilen vorhanden. Die Ganglienzellen sind wenig zahlreich und liegen in weiten Abständen. So zählte ich bei *C. microdon pallida* und *obscura* auf einem Schnitt in der ganzen Retina nur etwa 50 Zellen. Horizontale Zellen habe ich nicht gefunden. Ich würde diese eigentümliche Anordnung der Zellen in der Retina, die mir von andern Augen nicht bekannt ist, auf ungünstige Erhaltung zurückführen, wenn sie nicht in allen untersuchten Augen, die auf verschiedene Weisen konserviert sind, vorhanden wäre.

Einen Retraktor der Linse habe ich nur bei *C. obscura* vermißt, doch ist es sehr leicht möglich, daß er infolge ungünstiger Schnittrichtung mir entgangen ist, zumal er auch bei den andern Arten sehr kurz ist.

27. *Diplophos taenia* GÜNTH. (Sternoptychidae).

(Taf. XXXVI, Fig. 5—7.)

Das Auge eines jungen, 3,5 cm langen Exemplars bietet bei flüchtiger Betrachtung nichts vom gewöhnlichen Fischauge Auffallendes. Der horizontale Durchmesser des Bulbus ist 0,85 mm, der sagittale 0,53 mm groß. Die Linse ist nicht besonders groß, 0,29 mm. Der Linsenradius und der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum stehen in einem Verhältnis von 1 : 2. Das Pigment umhüllt einen Teil der Stäbchen, befindet sich also in teilweiser Lichtstellung, die Stäbchen — Zapfen fehlen — sind kurz, messen nur $^1/_4$ der ganzen Retinabreite. Die äußere Körnerschicht hat 4, die horizontalen Zellen liegen in einer, die bipolaren in 2—3, die amakrinen und Ganglienzellen in je zwei Schichten.

Dagegen findet sich im Auge eine auffallende Bildung. An der äußern Wand des Pigmentepithels, aber nur im ventralen Drittel der temporalen Hälfte des Auges oder im Gebiet der Eintrittsstelle des Opticus finden sich cylindrische, kurze, lichtbrechende Körper (Fig. 5—7, *ta*). Sie färben sich ein wenig mit Eosin. Es scheint, daß auf je eine Pigmentzelle einer kommt (Fig. 7). In der Breite sind sie gleich, aber ihre Höhe ist verschieden. In der Mitte des Bezirkes sind sie am höchsten, nach den Seiten nehmen sie dann allmählich ab und erscheinen nur wie schwache Kuppen der Zellen; in den übrigen Bezirken fehlen sie völlig. Die Regelmäßigkeit der Ausbildung läßt die Ansicht, es möchten diese Gebilde Kunstprodukte sein, nicht zu. Auf die Frage der etwaigen Bedeutung werde ich später erst eingehen. Aehnliche Körper finden sich auch noch bei anderen Formen.

28. *Triplophos elongatum* A. BR. (Sternoptychiden).

(Taf. XXXVI, Fig. 8.)

Fehlen der Zapfen, Länge der Stäbchen und das Retinapigment in Dunkelstellung — das sind die wichtigsten Eigentümlichkeiten dies Auges. Das eine Auge eines 14,4 cm langen Exemplars, welches ich nur untersuchen konnte, war gut erhalten. Es ist kuglig. Der vertikale Durchmesser mißt 3,3 mm, der sagittale 2,4 mm, die Linse ist 1,5 mm groß, der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum beträgt 1,6 mm. Die Cornea ist sehr dünn, nicht von einer Coriumschicht überzogen. Die Iris ist allseitig gleichmäßig breit (0,5 mm), ein aphakischer Raum fehlt. Ein Retraktor der Linse ist vorhanden. Das Pigmentblatt der Retina ist nur 0,006 mm dick, ein Tapetum fehlt. Die Netzhaut ist im Augengrunde (ohne ihr Pigmentblatt) 0,086 mm breit und nimmt allmählich gegen die Iriswurzel hin an Höhe ab. Die Stäbchen (0,05 mm) sind länger als die halbe Breite der Retina. Sie sind nicht sehr dünn; denn die Kerne der Stäbchenzellen liegen nur in einer Schicht, nur hin und wieder ist einer aus der Reihe der übrigen gedrängt. Auffallend gering ist die Zahl der andern nervösen Zellen. Die horizontalen liegen ganz vereinzelt, die bipolaren und amakrinen bilden zusammen nur eine Schicht. Die verschiedene Größe

und Färbung der Kerne läßt auf das Vorhandensein beider Zellen schließen. Die Ganglienzellen liegen auch locker in nur einer Schicht.

29. *Sternoptyx diaphana* Herm. (Sternoptychidae).

(Taf. XXXVI, Fig. 1—3.)

Das *Sternoptyx*-Auge ist ein schönes, gleichmäßig gebautes Kugelauge. Die vertikale Achse des Bulbus beträgt bei einem 2,9 cm langen Exemplar 6 mm, die sagittale 4 mm. Die Linse ist groß, 2,5 mm, der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum mißt 2,1 mm. Cornea, Retraktor der Linse, Iris zeigen nichts Besonderes. Die Retina breitet sich gleichmäßig über den ganzen Augengrund aus und nimmt allmählich gegen die Peripherie an Breite ab. Ohne das Pigmentblatt ist sie 0,17 mm breit. Die Stäbchen, die allein vorhanden sind, sind fast $^1/_3$ so lang (0,06 mm). Die Kerne der Stäbchenzellen und ebenso die der bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen liegen nur je in einer Schicht, dabei zeigt die der letzteren große Lücken. Auch die Zahl der horizontalen Zellen ist gering. Bei 1 cm langen Tieren zeigt das Pigmentepithel noch kleine Spitzchen, bei älteren fehlen sie, das Pigment ist in völliger Dunkelstellung. Die Schicht ist sehr schmal, bei dem 2,9 cm langen Tier nur 0,001 mm breit. Außerdem finden sich im Augengrunde bei den älteren Tieren 2—3 größere Lücken. Da aber hier nicht pigmentfreie Zellen liegen und weiter in den zwischen den Lücken liegenden Bezirken das Epithel dicker als an den Seiten ist, so habe ich Bedenken, ob diese Lücken normal sind und ob es sich nicht um künstliche, bei der Konservierung entstandene Zerreißungen handelt. Ein Tapetum fehlt an der hinteren Augenwand.

Eine Eigentümlichkeit bietet noch der Opticus (Fig. 1, *op*). Vor seinem Eintritt in die Retina, noch außerhalb des Pigmentblattes, teilt er sich in zwei Aeste, die an zwei verschiedenen, wenn auch nahen und auf fast gleicher Höhe liegenden Stellen die Retina durchbrechen. Der eine Ast ist stärker, doch ist der Unterschied bei älteren Tieren (1,75 und 2,5 cm) nicht mehr so groß als bei 1 cm langen (Fig. 2, 3). Beide Aeste sind durch wohlausgebildete Retinapartien voneinander völlig gesondert. Die Entstehung dieser Teilung ist wohl nur auf Eigentümlichkeiten bei der Anlage des Opticus zurückzuführen, die seine Fasern in zwei Bündel geteilt haben, aber wodurch jene bedingt worden sind, ist mir nicht verständlich. Die Teilung ist bei allen untersuchten Augen von *Sternoptyx* vorhanden, also offenbar für dieses Fischauge typisch.

30. *Polyipnus spinosus* Günth. (Sternoptychidae).

(Taf. XXXVI, Fig. 4.)

Wenn auch das Auge eines 6 cm langen Tieres geschrumpft und besonders die Wandungen stark gefaltet waren, so ließ sich doch erkennen, daß sein Bau dem von *Sternoptyx* sehr ähnlich ist. Die wichtigsten Unterschiede sind, daß die Stäbchen (Fig. 4) viel länger sind (0,06 mm), nämlich halb so lang als die ganze Retina (ohne ihr Pigmentepithel) breit ist, und weiter, daß der Opticus mit 4 Aesten, von denen einer viel stärker als die andern ist, die Retina durchbricht. Auch hier sind die Aeste durch völlig normal geschichtete Netzhautpartien voneinander getrennt.

31. *Stomias Valdiviae* A. BR. 32. *Stomias nebulosus* ALC.
33. *Macrostomias longibarbatus* A. BR. 34. *Chauliodus Sloanei* BL. u. SCHN.
35. *Idiacanthus fasciola* PET. 36. *Astronesthes elucens* A BR.
37. *Bathylychnus cyaneus* A. BR. (Stomiatidae).

Während die Stomiatiden in Bezug auf die Leuchtorgane ein sehr mannigfaltiges Bild darbieten, zeigt sich das Auge außer bei einigen Gattungen sehr einförmig, so daß ich sie zusammen behandeln und mich nur auf die wichtigsten Verhältnisse beschränken kann. Das Auge ist bei allen rund, ebenso die Pupille, die von der mäßig großen Linse ganz ausgefüllt wird. Cornea, Retraktor der Linse, Iris, Augenmuskeln bieten nichts Erwähnenswertes. Auf das Leben im Dunkeln deutet bei allen in gleicher Weise der Mangel an Zapfen, die langen, schmalen Stäbchen, die $^1/_3$—$^1/_2$ der Retinabreite ausmachen, und die völlige Dunkelstellung des Pigments der Retina. Bei jungen, noch nicht pigmentierten Exemplaren von *Stomias* und *Chauliodus*, die auch noch keine Leuchtorgane erkennen ließen, war es in Lichtstellung. Es ist bemerkenswert, daß auch *Astronesthes* und *Idiacanthus* die Dunkelstellung des Pigments besitzen, weil sie nachts auch in den oberen Meeresschichten gefangen worden sind, und weiter daß auch solche Exemplare von *Chauliodus*, welche am Tage an der Oberfläche treibend, aber lebend bei Messina gefischt sind, das Pigment in gleicher Stellung zeigen (Taf. 15, Fig. 12, *rep*). Es läßt sich daraus schließen, daß die Pigmentzellen die Fähigkeit verloren haben, noch die Lichtstellung einzunehmen. Das Pigmentepithel ist bei *Chauliodus* sehr schmal, bei den andern breiter. Ein Tapetum ist nicht vorhanden. Die Schichtung der Retina zeigt bei allen dieselben Verhältnisse. Die äußeren Körner liegen in 3—5 Schichten, dagegen bilden die bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen nur je eine. Horizontale Zellen scheinen zu fehlen; ich habe wenigstens in keinem Auge obiger Gattungen sie nachweisen können.

Das Auge dieser Stomiatiden besitzt noch eine Eigentümlichkeit. Der Bulbus ist nämlich von einem Graben, der auf der ventralen Seite besonders tief ist, umgeben, wie ich schon bei der Darstellung der orbitalen Leuchtorgane erwähnt habe. Die Fig. 15, Taf. XXV, Fig. 3, Taf. XXVII und Fig. 9 auf Taf. XXIX lassen den Graben deutlich erkennen. Sein Rand ist pigmentiert, aber diese Pigmentschicht der Haut reicht nicht nur bis zum Grunde des Grabens, sondern noch über diesen eine Strecke hinaus. An dieser liegen Leuchtorgane, wie früher schon berichtet ist. Diese Verhältnisse finden vielleicht dadurch ihre Erklärung, daß das Auge der Stomiatiden gestielt gewesen ist und an diesem Stiel die Leuchtorgane sich entwickelt haben. Ich werde auf diesen Punkt bei der Darstellung des *Stylophthalmus*-Auges noch einmal zurückkommen.

38. *Dactylostomias ater* A. BR. (Stomiatidae).

(Taf. XXXIII, Fig. 13.)

Einige Besonderheiten bedingen es, daß ich das Auge dieser Gattung getrennt behandle. Das Auge ist klein, sein Verhältnis zur Kopflänge beträgt 1 : 7,5. Es liegt auffallend tief und

sein ventrales Drittel hinter einem Hautwulst, der durch eine auch hier vorhandene grabenartige Vertiefung vom Bulbus getrennt ist. Man würde diese tiefe Lage vielleicht auf schlechte Erhaltung zurückführen, wenn nicht noch eine andere Eigentümlichkeit hinzukommt. Die Cornea (*c*) ist ganz auffallend klein, nicht breiter als die ebenfalls kleine Pupille. Während der Durchmesser des Bulbus 1,2 mm bei dem 3,4 cm langen Exemplar mißt, beträgt derjenige der Pupille und Cornea nur 0,46 mm. Die Linse ist klein, nämlich 0,55 mm. Das sind Verhältnisse, die das Auge von *Dactylostomias* weniger leistungsfähig erscheinen lassen, indem vor allem die Aufnahme von Licht beschränkt ist.

Die übrigen Teile, besonders die Retina, zeigen ein ähnliches Bild wie bei den schon besprochenen Gattungen dieser Familie.

39. *Malacosteus indicus* Günth. (Stomiatidae).

(Taf. XXXIII, Fig. 14, 15, 16; Taf. IV, Fig. 1 im system. Teil.)

Von dem Auge des 8 cm langen Exemplars berichtet eine Notiz Chun's, daß beim frischen Tier der Augengrund purpurn leuchtete (Taf. IV, Fig. 1 im systemat. Teil). Es ist queroval, der horizontale Durchmesser mißt 5 mm, der vertikale 4 mm. Weiter fällt der große aphakische Raum auf. Die Pupille ist 2,6 mm breit, die Iris auf der temporalen Seite 0,6 mm, dagegen auf der nasalen nur 0,26 mm, die Linse, deren Durchmesser 2,1 mm beträgt, bleibt auf der nasalen Seite von der Iris ganz unbedeckt. Eine grabenartige Einsenkung der dem Bulbus umgebenden Haut, wie sie sich bei andern Stomiatiden findet, fehlt hier; ebenso sind keine Leuchtorgane an der hinteren Wand des Bulbus vorhanden.

Ich habe das Auge auf Schnitten, die parallel zum größten horizontalen Durchmesser geführt sind, untersucht. Das innere, vom Retinapigment umschlossene Auge (Taf. XXXIII, Fig. 14) zeigte eine starke, vom Opticuseintritt ausgehende Knickung der hinteren Wand, die sehr wahrscheinlich auf eine Schrumpfung zurückzuführen ist. Ebenso ist die Linse wahrscheinlich in das Innere etwas eingedrückt, und deshalb erscheint der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum zu kurz. Auf dem Schnitt fällt sofort die ungleiche Entwicklung der Iris (*i*, i^1) im nasalen und temporalen Teil auf. Die Retina ist nicht gleichmäßig in allen Gebieten gebaut, sondern läßt zwei Teile, die ich als Haupt- und Nebenretina bezeichnen will, unterscheiden. Die erstere nimmt die temporale Wand ein, die letztere die ganze mediale und nasale. In der erstern ist die Zahl der bipolaren und der Ganglienzellen größer (Fig. 15), indem jene hier in 3 Schichten angeordnet sind, in der Nebenretina dagegen wie die amakrinen Zellen nur eine bilden, und die Ganglienzellen enger zusammen liegen als in der Nebenretina. Horizontale Zellen habe ich in beiden Teilen vermißt. Die Stäbchenlänge ist fast überall gleich, sie sind kurz (0,043 mm), nämlich nur $^1/_4$ der Retinabreite (0,17 mm) lang. Die Kerne der Stäbchenzellen bilden 10—12 Schichten. Das Pigmentepithel (*rep*) zeigt völlige Dunkelstellung, es ist 0,013 mm breit. Die Zellen schließen sich nicht zu einer gleichmäßigen dichten Schicht zusammen, sondern an den meisten Stellen sind ihre Grenzen leicht, auch ohne daß man die Schnitte bleicht, zu bestimmen.

Das Interessanteste im *Malacosteus*-Auge ist aber folgendes. Zwischen den Stäbchen und den Pigmentzellen liegt noch eine ganz eigentümliche Schicht (Fig. 14—16, *ta*). Sie besteht aus gelblichen Gebilden. Sie sind ganz unregelmäßig gestaltet. In der Umgebung des Opticus-

eintritts (*op*) sind sie am stärksten entwickelt, hier sind sie zum Teil sehr groß. Von hier aus seitwärts nehmen sie an Größe ab. Im nasalen Gebiet werden sie rasch kleiner und verschwinden bald ganz, dagegen erhalten sie sich temporad fast bis zur Iriswurzel. Sie sind völlig homogen, kernlos, erscheinen wie erhärtetes Sekret. Anfangs war ich geneigt, sie für Kunstprodukte zu halten, doch mußte ich die Ansicht aufgeben. Denn einmal ist mir ganz unverständlich, woher diese Gebilde, da das Exemplar mit Sublimat behandelt war, kommen sollen. Wenn die Konservierung ihre Entstehung verschuldet hätte, so hätte man sie weiter auch an andern Stellen finden müssen. Weiter sprach dagegen die auffallend regelmäßige Lagerung. In der Umgebung des Opticuseintritts tritt diese wenig hervor, aber in einiger Entfernung, wo sie nicht so dick sind, entspricht je ein Gebilde in seiner Breite einer Pigmentzelle, und, wie besonders die bei starker Vergrößerung gezeichneten Partien von gebleichten (Fig. 16a) und ungebleichten (Fig. 16b) Schnitten zeigen, ist die Beziehung zu den Zellen an manchen Stellen so eng, daß kaum ein Zweifel aufkommen kann, daß die Gebilde Absonderungen der Pigmentzellen sind. Die Entstehung der großen unregelmäßigen Ballen ist vielleicht einer Verschmelzung oder engen Aneinanderlagerung kleinerer infolge der Schrumpfung des Auges zuzuschreiben. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß am frischen Tier der Augengrund purpurn glänzte. Es muß also im Auge ein Tapetum vorhanden sein. An der gewöhnlichen Stelle fehlt aber ein solches und könnte auch nicht zur Wirkung kommen, weil das Retinapigment es absperren würde. Es ist mir deshalb sehr wahrscheinlich, daß die erwähnten Gebilde das Tapetum darstellen. Ich werde später noch auf diesen Punkt näher eingehen, möchte nur hervorheben, daß bei *Diplophos* ganz ähnliche Bildungen vorhanden sind und weiter auch noch bei *Evermannella atrata* eine ähnliche Erscheinung wiederkehrt.

40. *Stylophthalmus paradoxus* A. Br. (Stomiatidae).

(Textfig. V—VII, Taf. XXXIV, Fig. 1—7 und Taf. V, Fig. 1—7 im systemat. Teil.)

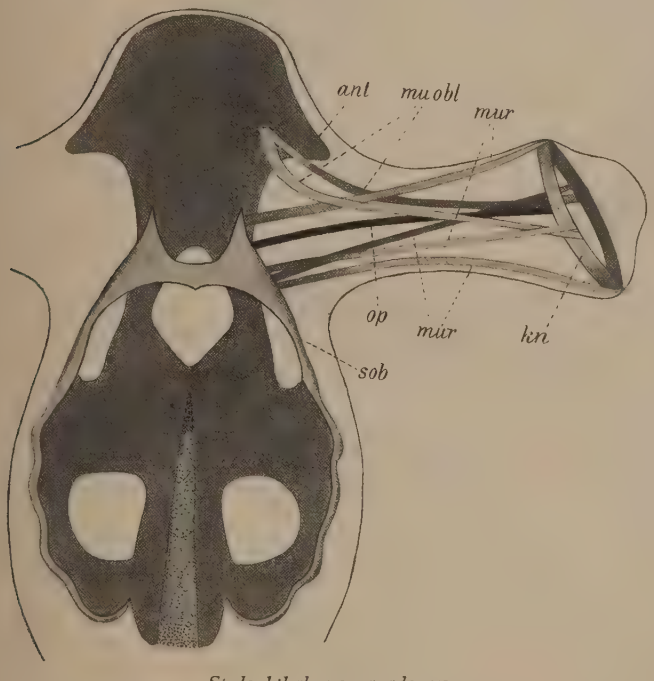
Wie ich im systematischen Teil bereits ausführlich beschrieben habe und die auf Taf. V dort gegebenen Abbildungen sofort erkennen lassen, ist diese Fischlarve, die wahrscheinlich einem Stomiatiden zuzurechnen ist, von allen bekannten durch die gestielten Augen ausgezeichnet. Ich bin dort nicht näher auf den Bau und die Entwicklung der Stiele eingegangen, weil sich diese besser im Zusammenhang mit der Schilderung des Auges erörtern lassen. Es ist zwar eine ziemlich große Anzahl von Exemplaren gefangen worden, die verschiedene Stadien repräsentieren, aber leider liegt zwischen einigen wichtigen Stadien eine große Lücke, so daß man ein einigermaßen abgeschlossenes Bild von dieser Bildung nicht geben kann. Gewisse Verschiedenheiten, besonders im Bau des knorpligen Schädels bei den verschiedenen Stadien haben es mir zweifelhaft gemacht, ob es sich bei allen Exemplaren um dieselbe Art handelt. Das letzte Stadium, das die Augenstiele fast ganz rückgebildet zeigt, konnte ich nicht untersuchen, da es nur in einem Exemplar erbeutet wurde.

Um ein möglichst klares Bild von den Verhältnissen und den Veränderungen zu gewinnen, habe ich von drei Stadien Rekonstruktionen gemacht. Die Muskeln und der Opticus konnten am frischen Tier und auch noch leidlich am konservierten im Augenstiel wohl verfolgt werden, aber über ihren Verlauf von ihrem Ursprung bis zum Eintritt in den Stiel

und ihre Veränderungen ließ sich nur durch Aufzeichnen und Kombinieren der Schnitte Klarheit gewinnen.

Auf dem jüngsten Stadium (Taf. V, Fig. 1 im systemat. Teil) erscheint der Augenstiel als ein einfacher Auswuchs der Haut, der durch keine Skeletelemente gestützt wird. Ebenso liegen die Verhältnisse noch auf dem nächsten (Taf. V, Fig. 3), dagegen auf dem dritten, das den Stiel in seiner größten Länge zeigt, wo er fast $^1/_6$ der ganzen Körperlänge mißt (Taf. V, Fig. 6), ist er fast bis zum distalen Ende von einem Knorpelstab durchzogen. Um seine Herkunft zu verstehen, möge kurz die Gestaltung des Schädels betrachtet werden.

Fig. V.



Stylophthalmus paradoxus.
Rekonstruktion des Schädels einer 1,2 cm langen Larve. Vergr.
ant Antorbitalfortsatz, *sob* Supraorbitalleiste, *op* Opticus, *muob* Musc. obliqui, *mur* Musc. recti, *kn* Skleraknorpel.

Auf dem jüngsten Stadium (Textfig. V) das 1,2 cm lang ist, sind die parachordalen und prächordalen Teile bereits verbunden. Der von ihnen gebildete Schädelboden zeigt nur in der Labyrinthregion je ein Fenster jederseits und ein weiteres median in der Hypophysengegend zwischen den Trabekeln. Die Ethmoidalplatte ist sehr stark entwickelt, jederseits hat sie einen sich dorsad etwas erhebenden Fortsatz, den Antorbitalfortsatz (*ant*), welcher ein wenig in den Augenstiel sich erstreckt. In der Labyrinthregion erheben sich die Seitenwände, und senden rostrad einen schräg ansteigenden Fortsatz, die Supraorbitalleiste (*sob*). Beide Fortsätze vereinigen sich zu einer schmalen, mit zwei nach vorn gerichteten Spitzen versehenen Spange, die den einzigen Teil des Schädeldachs auf diesem Stadium bildet.

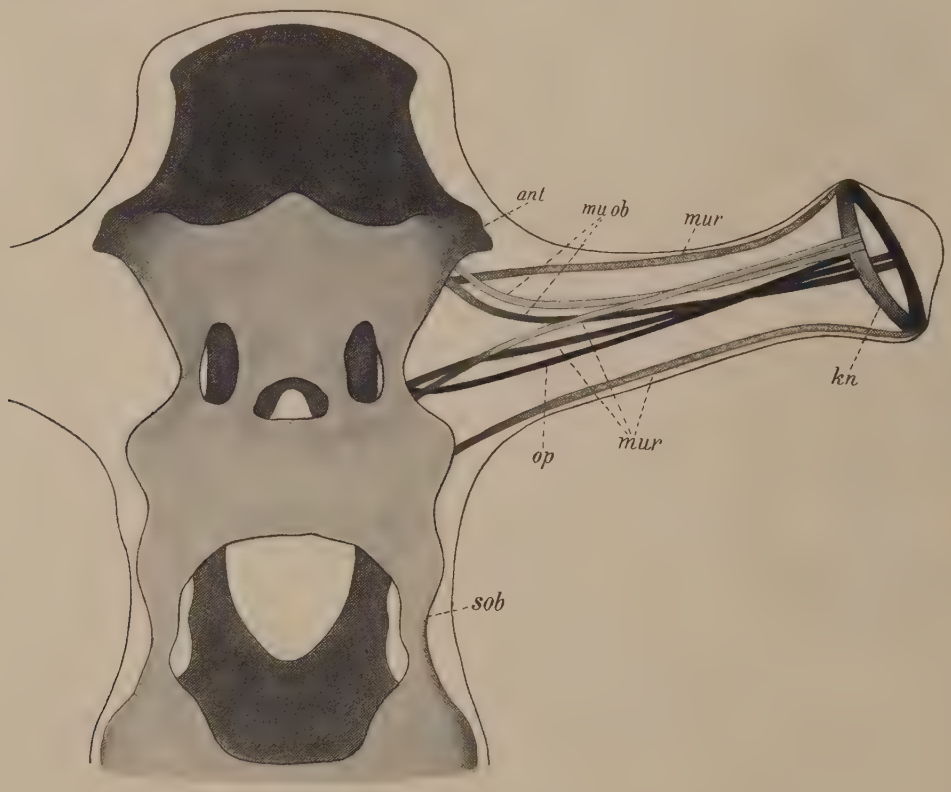
Das nächste Stadium zeigt (Textfig. VI), obwohl es nur wenig länger ist, nämlich nur 1,4 cm, hinsichtlich der Schädelbildung bedeutende Fortschritte, schließt sich aber eng an das vorige an. In der Labyrinthregion ist das Dach bis auf ein großes Fenster fertig gebildet. Auch im vordern Teil ist die Verknorpelung dorsal bedeutend fortgeschritten, die Orbita ist völlig überdeckt und am rostralen Ende hat sich jederseits das Dach mit dem ihm vom Boden entgegenwachsenden antorbitalen Fortsatz, der schon auf dem vorigen Stadium entwickelt war, verbunden.

Ein zum Teil sehr verschiedenes Bild bietet die Rekonstruktion des Schädels des dritten Stadiums, das, wie schon erwähnt wurde, durch einen weiten Abstand vom vorigen getrennt ist (Textfig. VII). Es ist 3,9 cm lang, der Augenstiel 0,6 cm. Die Verschiedenheiten sind zum Teil derartig groß, daß ich Bedenken trage, ob dieses Stadium derselben Art oder gar Gattung an-

gehört wie die ersten beiden, selbst wenn man starke Umbildungen infolge der enormen Ausbildung des Augenstiels und der Veränderungen des vordern Schädelteils annimmt.

Die Labyrinthregion zeigt im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie früher. Der vordere Teil dagegen ist einmal stark in die Länge gewachsen und schmäler geworden, dann aber vor allem ist das Dach ganz verändert. Statt des fast völligen Schlusses finden wir jetzt nur zwei bogenförmige dünne Spangen, die von der Labyrinthregion ausgehen (*sob*), zuerst mediad dorsad streben, dann die Orbita im Bogen überbrücken und in den Antorbitalfortsatz (*ant*) übergehen. In der Mitte über dem Fenster in der Hypophysisgegend fehlt das Dach, nur eine schmale

Fig. VI.

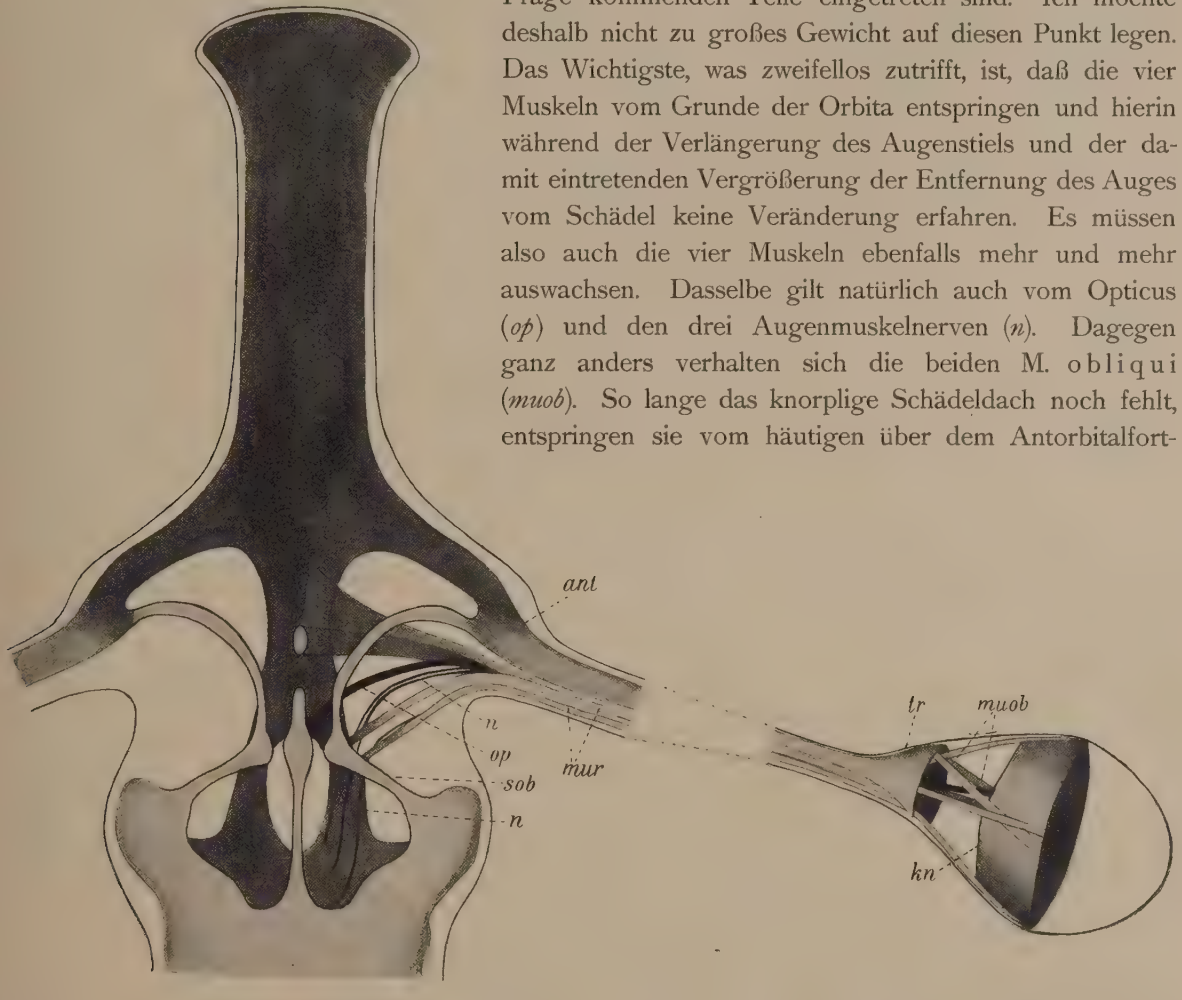


Spange erstreckt sich von der Mitte des Daches der Labyrinthregion bis etwa zur Höhe der Mitte der Orbita. Eine weitere wichtige Veränderung zeigt der Antorbitalfortsatz, indem dieser, der auf den früheren Stadien nur sehr wenig in den Augenstiel hineinragte, jetzt in diesen, der inzwischen auch eine sehr große Verlängerung erfahren hat, nämlich von 2 mm auf 7 mm, bis fast zu seinem Ende vorgewachsen ist (*ant*). An seinem Ende läuft er in einen Trichter (*tr*) aus, dessen caudale Wand offen ist.

Es ist wohl anzunehmen, daß die Verlängerung des Augenstiels erst ein schnelleres Tempo und größeren Umfang annimmt, wenn auch der Antorbitalfortsatz einzuwachsen beginnt, da sonst der erstere ohne Stütze und schlaff wäre und weiter auch eine geregelte Bewegung des Auges durch die Muskeln nicht möglich wäre.

Betrachten wir nunmehr die Muskeln und Nerven. Es sind sechs Augenmuskeln vorhanden, vier recti und zwei obliqui. Die erstern entspringen auf allen drei Stadien (Textfig. V—VII, *mur*) vom Grunde der Orbita und setzen sich am Knorpelring der Sclera fest. Anfangs liegen ihre Ursprungsstellen ziemlich nahe beieinander, später aber in größeren Abständen. Diese verschiedene Lage macht mich hinsichtlich der Richtigkeit der Rekonstruktionen etwas bedenklich. Nach meinen Aufzeichnungen der Schnitte sind sie zwar richtig, aber es ist möglich, daß infolge der Konservierung Zerrungen und Krümmungen der in Frage kommenden Teile eingetreten sind. Ich möchte deshalb nicht zu großes Gewicht auf diesen Punkt legen. Das Wichtigste, was zweifellos zutrifft, ist, daß die vier Muskeln vom Grunde der Orbita entspringen und hierin während der Verlängerung des Augenstiels und der damit eintretenden Vergrößerung der Entfernung des Auges vom Schädel keine Veränderung erfahren. Es müssen also auch die vier Muskeln ebenfalls mehr und mehr auswachsen. Dasselbe gilt natürlich auch vom Opticus (*op*) und den drei Augenmuskelnerven (*n*). Dagegen ganz anders verhalten sich die beiden M. obliqui (*muob*). So lange das knorplige Schädeldach noch fehlt, entspringen sie vom häutigen über dem Antorbitalfortsatz (*ant*), auf dem zweiten Stadium vom knorpligen Dach an derselben Stelle. Das dritte Stadium zeigt aber eine ganz andere Lage; hier entspringen sie vom Grunde des trichterförmigen Endes (Textfig. VII, *tr*) des Knorpelstabes, der den Augenstiel stützt. Die Fig. 6 auf Taf. XXXIV stellt einen Schnitt durch den Grund des Trichters dar. Man sieht die knorpelige Trichterwand (*kn*), wie sie vom verdickten Stiel abgeht, weiter die Durchschnitte der vier M. recti (*mu*, *mu*^{1}, *mu*^{2}), des Opticus (*op*), von zwei Augenmuskelnerven (*n*) und von Blutgefäßen (*bl*). Die folgende Fig. 7 zeigt einen Schnitt durch das distale Drittel des Trichters. Außer denselben Teilen findet man

Fig. VII.



hier noch die Ursprünge der beiden M. obliqui (*mi*^{3}). Diese veränderte Lage läßt sich nur so erklären, daß gleichzeitig mit dem Auswachsen des Antorbitalfortsatzes, an dessen dorsaler Wand die Ursprünge der obliqui liegen, diese mit nach außen geführt werden. Diese Muskeln erfahren also keine Verlängerung. Diese eigentümliche Bildung eines langen Augenstiels und die mit ihr verbundenen Verlängerungen und Verlagerungen erscheinen mir unverständlich. Wenn wir in andern Gruppen z. B. bei Krebsen, Mollusken gestielte Augen antreffen, so finden wir durchweg, daß der ganze Stiel beweglich ist, durch die Beweglichkeit das Gesichtsfeld vergrößert wird. Hier aber ist der Stiel durch die feste Verbindung der knorpligen Stütze mit dem Schädel selbst unbeweglich. Die Stütze erscheint notwendig, da sonst eine geordnete Bewegung der am Ende des langen schlaffen Stieles liegenden Augen durch die Muskeln vom Schädel aus unmöglich ist, aber sie beseitigt auch die Möglichkeit, das Gesichtsfeld zu vergrößern, abgesehen von der kleinen Erweiterung, die durch das weite Hinausschieben der Augen eintritt. Dem letzteren geringen Vorteil, den die komplizierte Bildung der langen Augenstiele geben könnte, steht aber wieder der Nachteil gegenüber, daß derartige langgestielte Augen der Gefahr des Verlustes oder der Verletzung weit mehr ausgesetzt und der Bewegung des Tieres hinderlich sein müssen als sitzende. Für die Beurteilung kommt ferner noch in Betracht, daß wir es hier mit larvalen Bildungen zu tun haben. Denn eine andere Fischlarve (Taf. V Fig. 7 im system. Teil), die sicher älter ist als das zuletzt betrachtete Stadium mit den langgestielten Augen, und sicher in die nächste Verwandtschaft dieser Larve gehört, wenn nicht, wie ich glaube, sogar ein älteres Stadium ist, hatte ein fast sitzendes Auge. Nur ein sehr kurzer Stiel war noch vorhanden. Wenn meine Ansicht richtig ist, daß diese Larve nur ein älteres Stadium der stieläugigen ist, dann muß der ganze Apparat wieder rückgebildet sein. Der Knorpelstiel muß wieder resorbiert, die M. recti, die Nerven müssen wieder verkürzt und ebenso die M. obliqui wieder zurückverlagert sein. Ich muß gestehen, daß mir selbst derartige Umbildungen sehr problematisch erscheinen. Andererseits erscheint es mir auch wenig plausibel, daß derartige Augenstiele bei einem erwachsenen Fisch sich finden, oder gar sich noch verlängern. Eine Untersuchung jener ältesten Larve mit kurzen Stielen könnte vielleicht darüber Auskunft geben, ob dieses Stadium in die Reihe der andern gehört, aber darüber könnte sie auch nicht entscheiden, ob die kurzen Stiele auf jüngeren Stadien länger gewesen sind. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß die enorme Entwicklung der Augenstiele als monströs zu beurteilen ist und ähnlich zu beurteilen ist wie Hemmungen der Entwicklung und übergroße Entwicklung bei solchen Larven, welche nicht die für die Weiterausbildung zum erwachsenen Tier notwendigen Bedingungen gefunden haben. Kurz gestielte Augen findet man ja häufiger bei pelagischen Fischlarven, und für die Stomiatiden, zu denen auch *Stylophthalmus* gehört, scheint mir die Annahme solcher, wenn nicht bei den heutigen Formen, so doch bei Vorfahren notwendig, da sich meiner Ansicht nach sonst nicht die eigentümliche Lage von Leuchtorganen an der Hinterwand des Bulbus erklärlich erscheint. Für diese Annahme spricht auch noch die grabenartige Vertiefung, die den Bulbus umschließt. Da *Stylophthalmus* scheinbar weit verbreitet ist (vgl. systematischen Teil), so sind in dem Material anderer Expeditionen z. B. der Siboga-Expedition vielleicht andere Stadien vorhanden, die Aufklärung über diese Fragen bringen könnten.

Das Auge von *Stylophthalmus* bietet auch noch einige Besonderheiten. Es sitzt nicht

direkt dem Trichter des Knorpelstiels auf (vgl. Textfig. VII), sondern der letzte Teil des Stieles enthält nur Bindegewebe. Dieses war bei einem Exemplar (Taf. XXXIV, Fig. 3) dichter als sonst, so daß das Auge in seiner Lage durch ein Polster fest gelagert erscheint, aber es mag diese Dichtigkeit auch durch Schrumpfung entstanden sein, da ein anderes Auge (Fig. 2) sie nicht so stark entwickelt zeigt. Die Gestalt des Bulbus (Taf. XXXIV, Fig. 1) ist seitlich etwas zusammengedrückt, der vertikale Durchmesser fast doppelt so lang als der horizontale (Fig. 2 und 3). Bei den jüngsten Larven (Fig. 2) findet sich ventral am Bulbus noch ein pigmentierter Zipfel, der sehr ähnlich, wenn auch nicht so stark entwickelt ist, wie derjenige, den das Auge der nicht näher bestimmten, unter Nr. 17 beschriebenen Myctophidenlarve besitzt. Auch hier liegt dieser Zipfel innerhalb des Bulbus unterhalb des inneren Auges, denn die Cornea reicht bis zur ventralen Spitze und der ventrale Teil des skleralen Knorpelrings liegt außerhalb des Zipfels. Das innere Auge liegt dagegen mehr dorsal, und ebenso ist das Ligamentum pectinatum dorsad verschoben. Die Pupille ist rund, der ventrale Teil der Iris ist etwas breiter als der dorsale, ist hier aber wie gewöhnlich als horizontale Scheidewand entwickelt (Fig. 2), dagegen ist sie (Fig. 3, *i*) seitlich aufgefaltet, senkrecht gestellt, die Pupille fast so breit wie der Querdurchmesser des inneren Auges. Entsprechend diesen Verhältnissen ist auch das Bild der Retina auf Quer- und Horizontalschnitten (durch den Kopf) ein verschiedenes. Auf ersteren (Fig. 2) zeigt sie die gewöhnliche gleichmäßige Gestaltung, nur verliert sie gegen die Iris etwas an Breite. Dagegen nimmt sie auf Horizontalschnitten (Fig. 3), die das Auge parallel dem kleinsten Durchmesser durchschnitten haben, nur den Augengrund ein. Die Stäbchen (Fig. 4) sind noch nicht $^1/_3$ der Breite der Retina. Zapfen fehlen. Die äußeren Körner sind schmal und liegen nur in einer Schicht, dagegen die bipolaren in drei und die amakrinen und die Ganglienzellen in je einer Schicht. Auffallend ist, daß horizontale Zellen auch zwischen den bipolaren und amakrinen Zellen liegen. Das Pigmentepithel zeigt nur kurze Fortsätze. Ein Retraktor der 0,92 mm großen Linse ist vorhanden. Das Verhältnis des Linsenradius zum Abstand der Stäbchen vom Linsenzentrum beträgt fast 1 : 2.

Das Tapetum zeigt eine ähnliche Anordnung wie bei jener unter Nr. 17 beschriebenen Larve (Fig. 2). Der Hauptteil bildet um die ventrale Hälfte des Auges einen Trichter, dessen Spitze am ventralen Boden des Bulbus gelegen ist. Die Fasern bedecken auch den dorsalen Teil der Iris. Sie sind lang und ebenso ihre Kerne (Fig. 5). Ein Glanz war bei abgeblendetem Licht nicht erkennbar, doch dürfte dieser Mangel wohl in der Jugend der Larven begründet sein.

In meiner vorläufigen Mitteilung (1902) habe ich angegeben, daß das Auge in der Umbildung zum Teleskopauge sich befinde und *Stylophthalmus* wahrscheinlich ein Teleskopfisch sei. Ich schloß dieses daraus, daß ein ähnlicher Bau des Auges auch auf frühen Stadien echter Teleskopaugen vorhanden ist. Ich kannte damals noch nicht das Exemplar, das ich *Stylophthalmus* zurechne, das nur einen kurzen Augenstiel besitzt. Bei diesem erscheint das Auge makroskopisch nicht verändert, und deshalb ist die obige Annahme, daß *Stylophthalmus* ein Teleskopfisch ist, nicht richtig, vorausgesetzt, daß jene Larve wirklich zu dieser Art gehört. Daß wir es mit einem Dunkelfisch zu tun haben, darauf deutet das Fehlen von Zapfen und die Dunkelstellung des Retinapigments.

41. *Aceratias macrorhinus* A. BR. (Aceratiidae).
42. *Gigantactis Vanhoeffeni* A. BR. (Gigantactinidae). 43. *Oneirodes niger* (A. BR.).
44. *Ceratias Couesi* (GILL.) (Ceratiidae).

Auf der Tafel XVI des systematischen Teils finden sich mehrere Figuren von *Aceratias macrorhinus*, welche zu der Ansicht führen müssen, daß das Auge ein Teleskopauge ist, röhrenförmig gestaltet und nach vorn gerichtet ist. Dieses ist nicht richtig. Einmal hat die Zeichnung die Gestalt übertrieben lang dargestellt (der Fehler ließ sich leider nicht mehr beseitigen, ohne daß die ganze Tafel noch einmal hergestellt wurde), dann aber hatte ich das Auge noch nicht geschnitten und mich durch die schiefe Lage täuschen lassen. Das Auge hatte sich auf beiden Seiten nach vorn unterhalb der die Cornea überdeckenden Hautschicht, die nicht mit der eigentlichen Cornea fest verbunden ist, gedreht, in der Seitenansicht erschien das Auge tiefer, als es in Wirklichkeit ist, und ich gewann deshalb den Eindruck, als ob wir es hier mit einem Auge zu tun hätten, das in ähnlicher Richtung sich differenzierte wie die später zu besprechenden Teleskopaugen. Die Untersuchung hat aber gelehrt, daß hiervon keine Rede sein kann. Das Auge ist wohl etwas besser als bei den verwandten, mit einem Tentakel versehenen, pelagischen Pediculaten ausgebildet, aber seine Ausbildung steht im Vergleich mit den meisten andern Tiefseefischen auf geringer Höhe. Man hat von den Augen eher den Eindruck, daß sie in regressiver Umwandlung begriffen sind.

Die Augen der oben bezeichneten Familien fallen makroskopisch durch ihre geringe Größe auf. Außer bei *Aceratias* erscheinen sie wie kleine Fensterchen in der schwarzen Körperhaut; sie springen nicht über ihre Oberfläche vor. Die Cornea zeigt keine Lichtbrechung, und ist von der übrigen Haut nur durch den Pigmentmangel abgegrenzt. Weiter fällt bei fast allen (auch bei *Melanocetus*) auf, daß die Augen tief liegen und nicht direkt unter diesem Fenster gelegen sind. Daraus kann man schon schließen, daß die das Fenster bildende Haut mit der eigentlichen Cornea und mit dem Bulbus überhaupt nicht enger verbunden ist und deshalb sich leicht verschieben kann. Bei *Gigantactis* ist es nicht der Fall, hier ist die Cornea nicht von dickerer Haut überzogen, wenn sie nicht abgerieben ist. Auch bei dem verwandten *Halicmetus* überdeckt eine dicke aus Epidermis und Corium bestehende Schicht die Cornea.

Die Schnitte (Taf. XXXIV, Fig. 14—17) lassen zunächst nur die Auffassung zu, daß die Augen stark geschrumpft sind; es ist auch fraglos, daß die Konservierung nicht die beste ist, aber es ist auffallend, daß es bei allen der Fall ist. Denn es handelt sich zumeist um kleine Formen, ferner ist die Haut schuppenlos, weich, für Konservierungsflüssigkeiten also leicht durchgängig, und dann sind andere Organe, wie die Leuchtorgane, die Haut, Seitenorgane, Geruchsorgan u. a. gut erhalten. Es erscheint mir deshalb nicht ausgeschlossen, daß die Augen mehr oder weniger weit im Anfang der Rückbildung sich befinden und sich daraus auch manche Verhältnisse, die auf schlechte Konservierung hinzuweisen scheinen, erklären. Zunächst spricht hierfür die Kleinheit der Augen. Bei *Aceratias* ist es noch im Verhältnis zur Kopflänge ziemlich groß (1 : 6,6), aber bei den anderen mißt es nur $^1/_{15}$—$^1/_{22}$ der Kopflänge. Bei dem 3 cm langen *Gigantactis* ist der horizontale und vertikale Durchmesser des Bulbus nur 0,52 mm. Ferner

kommt die schon erwähnte tiefe Lage in Betracht, welche sich bei keinem andern, gut leistungsfähigen Auge findet. Einen Retraktor der durchweg kleinen Linse habe ich nicht auffinden können, doch möchte ich hierauf kein größeres Gewicht legen, da dieser im Falle einer etwas ungünstigen Schnittrichtung und einer schwachen Entwicklung leicht übersehen werden kann. Wichtiger sind die Besonderheiten, die die Retina bietet. Außer bei *Aceratias* (Textfig. VIII) hat sie sich von ihrem Pigment abgehoben, besonders stark bei *Ceratias Couesi* (Fig. 17). Das Pigment (*rep*) ist bei allen in völliger Dunkelstellung. Auffallend ist der Unterschied in der Dicke. Während bei *Ceratias Couesi* (Fig. 17) und auch bei *Aceratias* (Textfig. VIII) es nur sehr dünn ist, nur $^1/_5$ der übrigen Retina ausmacht, ist die Schicht bei *Gigantactis* (Fig. 14) und *Oneirodes* (Fig. 15) sehr dick, mehr als $^1/_3$, bei *Oneirodes* sogar $^1/_2$, der übrigen Retina. Es ist ausgeschlossen, daß in diesem Pigment etwa auch noch das Chorioideapigment enthalten ist. Eine derartige starke Entwicklung ist für Augen, die nicht mehr auf der Höhe der Leistungsfähigkeit stehen, aber noch nicht als rudimentär zu beurteilen sind, charakteristisch.

Fig. VIII.

Augen von *Aceratias*.
(Querschnitt durch den Kopf.) Vergr. 40.

Die Stäbchen sind bei *Aceratias* sehr lang ($^1/_2$ der Retinabreite ohne Pigmentschicht), bei *Oneirodes* etwas mehr als $^1/_3$ der Retinabreite, bei *Gigantactis* und *Ceratias* noch nicht $^1/_3$. Bei *Oneirodes* (Fig. 16) habe ich Gebilde getroffen, welche ich der Gestalt nach für Zapfen halten möchte, aber es ist möglich, daß durch die Konservierung ein falsches Bild entstanden ist; besonders die langen Außenglieder und ihre große Zahl sind verdächtig. Die Kerne der Stäbchenzellen liegen in 1—2 Schichten. Die bipolaren und amakrinen bilden nur je eine Schicht, die eine lockere Lagerung der Kerne zeigt. Bei *Oneirodes* bilden sie zusammen nur eine Schicht, ihr Zahl ist viel geringer. Besonders auffallend — und dieses spricht besonders für meine Ansicht, daß die Augen nicht sehr leistungsfähig sind — ist die geringe Zahl der Ganglienzellen. Bei *Aceratias* zählte ich auf einem Schnitt, der 15 μ dick war, 210—220 Zellen, bei *Gigantactis* nur 70—80, bei *Oneirodes* nur 64. Sie liegen nicht in gleichmäßig breiten Abständen, sondern mehr gruppenweise. Endlich ist noch der geringe Abstand der Stäbchen vom Linsenzentrum hervorzuheben. Das Verhältnis zum Linsenradius ist weniger als 1 : 2, nämlich bei *Aceratias* 1 : 1,6, bei *Gigantactis* 1 : 1,7, bei *Oneirodes* 1 : 1,4. Die Augenmuskeln sind vorhanden, aber schwach entwickelt.

45. *Cetomimus Gilli* G. u. B. (Cetomimidae).

(Taf. XXXV, Fig. 1—4.)

Makroskopisch erscheint das Auge wie eine nur 0,7 mm breite, ovale, pigmentfreie Partie der Haut. Durch diese sieht man keinerlei Differenzierung, keine Linse, keine Iris oder etwas vom Bulbus, es sieht wie blind aus. In der Tat handelt es sich hier um ein stark rückgebildetes Auge, und die starken Deformationen desselben, die man zuerst auch auf Schrumpfungen zurück-

führen möchte, sind in der regressiven Umbildung begründet. Der horizontale Durchmesser des Bulbus beträgt 1 mm, der sagittale 0,6 mm. Das innere Auge dagegen ist in horizontaler Richtung 0,9 mm, in sagittaler dagegen nur 0,43 mm breit, d. h. es bleibt in ähnlicher Weise wie bei *Benthobatis* ein breiter Raum zwischen der Sclera (*scl*) und dem Retinapigment. Er ist aber nicht, wie es zu erwarten wäre, wenn Schrumpfung vorliegen würde, leer, sondern ist mit Bindegewebe (Fig. 1, 2, *bi*) oder, vielleicht richtiger bezeichnet, mit stark entwickeltem Chorioideagewebe, das kein Pigment, aber reichlich Blutgefäße (*bl*) enthält, ausgefüllt. Der Knorpel in der Sclera (*scl*) zeigt eine viel stärkere Entwicklung als gewöhnlich. Die Cornea (*c*) ist dünn und besteht aus faserförmigen Zellen (Fig. 1, 2, 4), die von einer dünnen Hautschicht überzogen sind. Die Linse (*al*) ist klein (0,16 mm), nicht fertig entwickelt, sondern auf dem Stadium stehen geblieben, auf dem die Umdifferenzierung der Zellen zu Fasern beginnt (Fig. 1, 3). Am meisten deformiert und rückgebildet erscheint die Retina (Fig. 1, 2, 4 *re*). Ihre Pigmentschicht (*rep*) ist dick, stark und unregelmäßig gefaltet. Die Irisfalten sind zwar vorhanden, aber sie begrenzen in keiner Weise regelmäßig die Pupille. Vordere und hintere Augenkammer stehen in weiter Verbindung. Die Netzhaut ist vom Pigmentblatt weit entfernt und liegt der Cornea zum Teil eng an. Wo die Linse liegt, ist sie eingebuchtet. Beide werden durch einen Ballen getrennt, der wie geronnene Masse erscheint. Da er an einer Stelle mit der Linse zusammenhängt, und auch noch Kerne in ihm enthalten sind, so dürfte es sich um einen herausgepreßten Teil der Linse handeln. Die Schichten der Netzhaut (Fig. 4) sind kaum voneinander abgegrenzt, die Kerne histologisch wenig verschieden. Die Stäbchen sind sehr klein, körnig und sehr spärlich entwickelt. An manchen Stellen fehlen sie ganz. Der Opticus (Fig 2, *op*) ist noch vorhanden und dringt ganz excentrisch, auf derselben Seite, auf der auch die Linse liegt, ein. Die Retina ist an dieser Stelle etwas eingesenkt. Von Muskeln und vom Retraktor der Linse habe ich nichts gesehen.

46. *Vinciguerria lucetia* (GARM.) (Sternoptychidae).

(Taf. XXXVI, Fig. 9.)

Die von der Valdivia-Expedition gefangenen Exemplare waren leider noch nicht ausgewachsen, ja die meisten noch nicht völlig pigmentiert. Die Leuchtorgane waren aber entwickelt und ebenso scheint das Auge keine wesentlichen Veränderungen mehr zu erfahren, da die von GARMAN beschriebenen älteren Tiere nach seiner Abbildung keine andere Gestalt des Auges zeigen als die von mir untersuchten. Das Auge ist oval, der vertikale Durchmesser des Bulbus (1,1 mm) ist ein wenig länger als der horizontale. Bei einigen liegt die Pupille fast central, und die Iris ist dorsal wie ventral fast gleich breit, bei andern aber ist die erstere und mit ihr die Linse ein wenig dorsad verschoben und die Iris ventral etwas breiter als dorsal; und zwar in beiden Augen, so daß eine Verdrückung oder künstlich veranlaßte Drehung ausgeschlossen werden muß. Diese Verschiedenheiten veranlaßten mich das Auge, das makroskopisch sonst nichts Abweichendes von einem typischen Fischauge erkennen ließ, näher zu untersuchen.

Auf der Fig. 9 tritt die dorsale Verschiebung der Linse, die fast halb so groß (0,48 mm) wie der vertikale Durchmesser des inneren Auges (1 mm) ist, wenig hervor, dagegen sehr deutlich ist die ungleichmäßige Entwicklung der Retina. Es lassen sich zwei Teile unterscheiden, ein

dorsaler, den ich als Nebenretina (*nre*), und ein ventraler, den ich als Hauptretina (*Re*) bezeichnen will. In der Nebenretina sind die Stäbchen kürzer, die Schichten schmäler und damit auch die Breite der ganzen Retina geringer als in der Hauptretina. Im ventralen Teil beträgt die Breite 0,13 mm, im dorsalen und auch in der Mitte des Augengrundes nur 0,06 mm, also die Hälfte. Die Stäbchen sind im ersteren 0,049 mm lang, an den letzteren Stellen nur 0,016 mm. Die äußeren Körner sind einschichtig gelagert, aber sie sind im ventralen Gebiet viel schmäler. Horizontale Zellen habe ich in der Nebenretina nicht gefunden. Die bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen sind in der Hauptretina doppelt so zahlreich (2 Schichten) als in der Nebenretina, wo sie je nur eine Schicht bilden. Auch der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum ist im ventralen Teil, wenn auch nur etwas (0,43 mm) größer als in der Nebenretina (0,41 mm). Das sind Verschiedenheiten, denen man vielleicht nicht größeren Wert beilegen würde, wenn sie nicht mehr minder stark ausgeprägt bei den sogenannten Teleskopaugen, die uns weiter unten noch beschäftigen werden, wiederkehrten. Das Pigmentepithel ist schmal (0,004 mm). Das Pigment zeigt Dunkelstellung.

47. *?Valenciennellus stellatus* Garm. (Sternoptychidae).

(Vgl. Textfig. 42 im systemat. Teil, p. 101.)

Das Auge dieses jungen Fisches (1,75 cm lang), welcher sehr wahrscheinlich mit *V. stellatus* identisch ist, zeigt makroskopisch die für *Vinciguerria* angegebenen Verhältnisse deutlicher. Der vertikale Durchmesser des Bulbus mißt 1,5 mm, der horizontale nur 1,1 mm, und die Linse ist deutlich dorsad etwas verschoben. Auch das mikroskopische Bild ist ähnlich, hier aber der Unterschied zwischen der Neben- und Hauptretina nicht so auffallend wie bei jener Form. Die Breite der Hauptretina (ohne das Pigmentepithel, das 0,006 mm breit ist) ist 0,2 mm, die der Nebenretina 0,08 mm. Die Stäbchen der ersteren sind 0,06 mm lang, die der letzteren 0,4 mm. Die Kerne der Stäbchenzellen liegen in der ganzen Retina nur in einer Schicht. Horizontale Zellen sind in der dorsalen wie ventralen Hälfte vorhanden. Auffallend ist dagegen wieder die Verschiedenheit der Zahl der bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen. In der Hauptretina bilden ihre Kerne 3—4 Schichten, in der Nebenretina die bipolaren nur 1—2, die andern nur je 1 Schicht.

Die Linse ist groß, 0,7 mm. Sehr gering ist der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum, nämlich nur 0,46 mm oder sein Verhältnis zum Linsenradius ist nur 1 : 1,3.

48. *Ichthyococcus ovatus* Cocco (Sternoptychidae).

(Taf. XXXVI, Fig. 10—15; vgl. Textfig. 38, 39, p. 94 u. 95 im systemat. Teil.)

Von diesem Fisch habe ich das Auge von drei verschieden alten Exemplaren untersuchen können. Sie waren 1,7, 1,3 und 4,1 cm lang. Wie ich schon im systematischen Teil berichtet habe, sind jüngere Stadien viel schlanker als ältere. So ist auch das 1,3 cm lange Exemplar viel weiter entwickelt als das 0,4 cm längere, ersteres zeigt bereits fast alle Verhältnisse der erwachsenen, besonders ist das Verhältnis der Körperhöhe zur Länge ein dem alten gleiches, vom 1,7 cm langen aber ganz verschiedenes. Da das 4,1 cm lange Exemplar nicht so günstig er-

halten war wie das 1,3 cm lange, aber in Bezug auf das Auge keine wesentlichen Verschiedenheiten vorhanden waren, so habe ich für die Darstellung und die Figuren fast ausschließlich das kleinere Exemplar gewählt.

Wenn man das jüngste und älteste Exemplar in Bezug auf das Auge vergleicht (Textfig. 39 und 38 im systemat. Teil, p. 95 und 94), so fällt, abgesehen von der verschiedenen Größe, äußerlich nur auf, daß bei dem jungen Tier die Linse noch nicht so weit dorsad und rostrad verschoben ist wie bei dem alten. Im übrigen haben beide ovale Gestalt, und zwar ist der vertikale Durchmesser der größere.

Auf den Schnitten dagegen (Fig. 10, 11, 13) ist das Bild des Auges ein überraschend verschiedenes. Beim jüngeren zeigt das Auge (Fig. 10, 11) nur geringe Abweichungen von dem gewöhnlichen seitlich gelegenen und seitlich stehenden Fischauge. Die äußerlich deutlich erkennbare Linsenverschiebung tritt hier weniger hervor. Die Iris erscheint im ventralen Teil ein wenig länger (Fig. 11) und der dorsale ist mehr dorsad aufgefaltet, so daß er mehr horizontal als vertikal steht. Die Retina zeigt aber bereits den Beginn einer Differenzierung in zwei Abschnitte. Beide gehen zwar kontinuierlich ineinander über, aber in der dorsalen Hälfte (*nre*) ist sie deutlich schmäler, die Zahl der Kerne geringer, und die Stäbchen kürzer als in der ventralen (*Re*). Dieser Unterschied ist nicht etwa durch eine schiefe Richtung des Schnittes veranlaßt, sondern er geht die ganze Serie durch. Der Opticus (*op*, Fig. 11) durchbricht die Retina fast auf der Grenze der dorsalen und ventralen Hälfte. Das Pigment der Retina zeigt Lichtstellung, doch sind die Fortsätze nicht so lang wie bei typischen Lichtaugen.

Das 1,3 cm lange Exemplar (Fig. 13) zeigt zwar die Differenzierungen, welche bei dem jüngeren erst angelegt sind, nur ausgebildet, aber das Bild, das das Auge jetzt bietet, ist sehr verschieden. Das innere, vom Retinapigment umschlossene Auge erscheint wie ein seitlich (lateral-medial) etwas zusammengedrückter cylindrischer Becher. Die laterale und mediale Wand und auch der Boden sind wenig nach außen gewölbt, die nasale und temporale Wand stärker. Die Oeffnung des Bechers ist schief abgeschnitten und zwar derart, daß die nasale und laterale Wand am niedrigsten, die mediale und temporale am höchsten sind. Die Oeffnung oder die Pupille ist lateral-medial fast so breit wie der Querdurchmesser des Bechers, der dem sagittalen des früheren Stadiums entspricht. Er beträgt 0,92 mm, die Pupillen 0,9 mm, die laterale Wand, welche dem ventralen Teil der Iris entspricht (i^1) ist 0,6 mm hoch, vertikal gestellt, die mediale Wand dagegen ist doppelt so hoch. Die Iris ist hier (i^1) sehr schmal. Die Pupille ist ganz ausgefüllt von der großen Linse, ihr Durchmesser ist demnach so breit wie der Querdurchmesser des Auges. Ein aphakischer Raum ist nicht vorhanden. Sie wird glockenförmig überwölbt von der Cornea, die aber nicht nur die dorsale Wand bildet, sondern auch auf der lateralen Seite noch bis zur Höhe des Pupillarrandes hinabreicht. Der vertikale Durchmesser, von der Cornea bis zum Pigmentepithel des Bodens gemessen, ist 1,5 mm groß, also $^2/_3$ größer als der Querdurchmesser. Der Scleraknorpel ist ventral (*kn*) viel weiter ausgedehnt als dorsal (kn^1). Er umfaßt nicht nur den größten Teil des Bodens, sondern erstreckt sich auch noch auf der lateralen Wand bis zum Pupillarrande hinauf, dorsal dagegen ist er sehr schmal. Vergleicht man den Schnitt Fig. 13 mit dem gleich gerichteten durch das jüngere Stadium, so erkennt man, daß das Auge nicht mehr ganz seitlich gelegen ist und seitlich sieht, sondern sich gedreht hat und zwar der Bulbus wie das innere Auge und nun schräg nach oben sieht. Da weiter der nasale Rand

der Pupille niedriger ist als der temporale und die Linse über den ersteren sich vorwölbt wie nach der Seite, so ist der vor dem Auge gelegene Teil des Gesichtsfeldes größer als der hinter ihm gelegene. Wenn auch fraglos eine Drehung des Auges stattgefunden hat, so erklärt sie doch nicht alle Verhältnisse. So muß z. B. der Scleraknorpel in der ventralen Hälfte sein Gebiet auch durch selbständiges Auswachsen vergrößert haben, ebenso ist durch eine Drehung allein die Vergrößerung der jetzt lateralen, früher ventralen Hälfte der Iris und die Reduktion der früher dorsalen Hälfte nicht zu erklären. Doch komme ich auf diese Frage ausführlicher bei der Darstellung anderer, besonders des *Argyropelecus*-Auges zurück, da hier mehrere Entwicklungsstadien einen klareren Einblick in den Modus der Umbildung des Auges gewähren.

Erwähnt sei noch, daß das Ligamentum pectinatum ebenfalls mit der Verlängerung der ventralen Irishälfte sich dorsad verschoben hat, und weiter, daß der Interorbitalraum sehr schmal geworden ist, die beiden Augen also nahe aneinander liegen und mit ihren vertikalen Achsen fast einander parallel stehen.

Betrachten wir nunmehr die Retina. Sie findet sich nur am Boden und an der medialen, temporalen und nasalen Wand außer an der schmalen Iris, die laterale Wand ist ganz frei. Der Opticus (*op*) tritt nicht mehr in der Mitte der medialen Wand ein, sondern nahe der medialen Kante in der ventralen Wand. Auch seine Verlagerung weist auf eine Drehung des Auges hin. Die beiden Hälften der Retina, Haupt- und Nebenretina sind jetzt durch die Lage schärfer voneinander geschieden, wenn sie auch allmählich ineinander übergehen. Die Nebenretina breitet sich über die ganze mediale, nasale und temporale Wand aus, nur die schmale Iris frei lassend, dagegen nimmt die Hauptretina den Boden ein, sie bildet den eigentlichen Augengrund. Sie wird auf der medialen Seite vom Opticus durchbrochen. Beide Hälften stoßen unter einem rechten Winkel zusammen. Durch diese Verlagerung ist auch der Abstand beider Hälften oder der Haupt- und Nebenretina vom Linsencentrum ein anderer geworden. Für die erstere ist er 0,92 mm groß, die letztere dagegen liegt der Linse im dorsalen Teile fast direkt an. Der Bau der Haupt- und Nebenretina (Fig. 14, 15 a u. b) zeigt weiter große Verschiedenheiten. Die Breite der Hauptretina beträgt 0,1 mm, dagegen die der Nebenretina nur $^1/_{10}$, 0,01 mm. Die Stäbchen — Zapfen fehlen — sind in ersterer 0,054 mm, in der letzteren nur 0,003 mm lang. Die äußeren Körner liegen in beiden in einer Schicht, aber in der Nebenretina viel lockerer. Horizontale Zellen sind nur in der Hauptretina vorhanden. Die bipolaren und amakrinen bilden je eine Schicht; geht man von der Hauptretina auf die Nebenretina über, so verliert sich die Schicht der amakrinen Zellen ganz, und nur die bipolaren bleiben erhalten, aber da in ihrer Schicht vereinzelt auch hellere Kerne erkennbar sind, welche wie die von amakrinen Zellen aussehen, so ist es möglich, daß letztere nicht ganz fehlen, sondern der Schicht der bipolaren mit eingelagert sind. Die Ganglienzellen sind in beiden Teilen in einer Schicht vorhanden, aber in der Nebenretina liegen sie in weiten Abständen voneinander. Die Haupretina ist in der Mitte verdickt und buchtet auch die Pigmentschicht nach außen vor. Ob diese Verdickung noch eine besondere Differenzierung, etwa eine Area darstellt, scheint mir zweifelhaft, ich möchte eher annehmen, daß eine kleine Falte die Ursache ist.

Der Retraktor ist wohl entwickelt. Er wird vorn an der lateralen ventralen Ecke frei, wendet sich dann schräg dorsad zur Linse und setzt sich an ihrer nasalen Seite fest.

Von den Augenmuskeln sind 6 vorhanden. Ein befriedigendes Bild habe ich aus den

Schnitten nicht gewinnen können. Die beiden obliqui entspringen vorn vom Interorbitalseptum, die recti dagegen hinten. Wenn ich richtig kombiniert und gedeutet habe, sind der rectus externus und internus nur schwach entwickelt, der r. superior und inferior wie auch die obliqui stärker. Die Ansatzstellen scheinen aber nicht die gleichen wie beim gewöhnlichen Auge zu sein, aber das aus den Schnitten erhaltene Bild kann ich mir nicht erklären. Wenn man ein größeres Material zur Verfügung hat, wird man makroskopisch sich leichter Klarheit verschaffen können.

49. *Bathytroctes rostratus* GÜNTH. (Alepocephalidae).

(Taf. XXXVIII, Fig. 5—9.)

Die beiden Exemplare, deren Augen ich untersucht habe, waren nur 1,7 cm lang; ich hatte sie zuerst wegen einiger Unterschiede als eine besondere Art beschrieben, später den Unterschieden nur den Wert von Altersunterschieden zuerkannt und sie als junge Exemplare von *B. rostratus* bestimmt (vgl. systemat. Teil, p. 18). Jetzt, nachdem ich das Auge näher kennen gelernt habe, sind mir wieder Zweifel gekommen, ob sie mit *B. rostratus* identisch sind. Bei diesen jungen Tieren nämlich (Taf. XX, Fig. 5, 6) ist der horizontale Durchmesser des Bulbus (1,6 mm) um das Doppelte größer als der vertikale (0,8 mm), dagegen ist das Auge des allerdings großen Exemplars (8,1 cm) von *B. rostratus* (Taf. XIV, Fig. 2, systemat. Teil) fast rund. Weiter fällt beim jungen Tier die excentrische Lage der querovalen Pupille auf. Die temporale Hälfte der Iris ist fast so breit wie der horizontale Durchmesser des Bulbus, dagegen ist der nasale Teil nur $^1/_6$ des temporalen; ebenso ist der dorsale und ventrale Teil der Iris sehr schmal. Die Linse füllt bei weitem nicht die Pupille aus, sondern auf der nasalen Seite bleibt noch ein großer Spalt frei, durch den die vordere und hintere Augenkammer in breiter Verbindung sind, und Licht direkt, ohne die Linse zu passieren, zur Retina gelangen kann. Dagegen bei dem Auge von *B. rostratus* ist die Pupille fast rund, central gelegen, die Iris gleich breit, und ein aphakischer Raum fehlt. Das makroskopische Bild dieses Auges würde auf besondere Differenzierungen nicht schließen lassen.

Wenn man das Auge der kleinen Exemplare von der Seite (Fig. 6) betrachtet, so fällt einem noch auf, daß die Cornea nicht gleichmäßig gewölbt ist, sondern im Bereich der Pupille stärker sich erhebt als in dem caudalen Teil. Der Opticus (*op*) tritt fast in der Mitte der medialen Wand, nur ein wenig excentrisch in das Auge. Die Augenmuskeln sind sämtlich vorhanden und zeigen die gewöhnliche Lage.

Beim Herauspräparieren ist von mir leider die nasale Wand etwas verletzt, indem ich Sclera und Chorioidea mit der Nadel angestochen habe, wie aber die Fig. 7 erkennen läßt, ist die Verletzung (bei *) unerheblich und für die Kenntnis des Baus ohne Bedeutung.

Ueber die wichtigen Eigentümlichkeiten des Auges kann man sich am schnellsten durch Horizontalschnitte orientieren (Fig. 7). Der Scleraknorpel (*kn*) bildet einen Reifen, aber auf der caudalen Seite ist er breiter und erstreckt sich auch noch ein wenig auf die laterale Wand. Die gleiche Ausbreitung zeigt auch die Chorioidea (*chp*) und noch auffallender die Iris. Temporal bildet sie (i^1) eine breite Scheidewand zwischen der vordern und hintern Augenkammer, dagegen ist sie nasal (*i*) so schmal, daß sie hier kaum mehr als solche in Betracht kommen kann. Die

Linse, deren Durchmesser 0,5 mm mißt, füllt im temporalen Teil die 0,83 mm breite Pupille aus, wenn sie sich in Akkommodationsstellung befindet (was bei dem in Fig. 7 dargestellten Auge nicht der Fall ist), dagegen bleibt nasal, wie schon erwähnt wurde, ein breiter Raum frei. Der horizontale Durchmesser des inneren Auges beträgt 1,3 mm, der sagittale 0,9 mm.

Das größte Interesse verdient die Retina. Ein Blick auf die Fig. 7 lehrt sofort, daß in der temporalen Wand eine große Area mit einer tiefen Fovea (*f*), die ihrer Lage nach als lateralis zu bezeichnen ist, vorhanden ist. Da aber die ganze temporale Retina Unterschiede zeigt von den Teilen, die die mediale und die schmale dorsale und ventrale Wand einnehmen, so wird man besser sagen, daß sie sich gesondert hat in zwei Teile, in eine Hauptretina (*Re*), in deren Mitte die Area gelegen ist, und in eine Nebenretina (*nre*). Beide hängen kontinuierlich zusammen, und auch die Eintrittsstelle des Opticus (*op*) bezeichnet keine Grenze, der Uebergang ist aber ein ziemlich rascher. Sie unterscheiden sich zunächst in Bezug auf die Breite. Die Hauptretina (ohne das Pigmentblatt) ist außerhalb der Area 0,09 mm breit, an der höchsten Stelle derselben 0,15 mm, dagegen beträgt die Breite der Nebenretina nur 0,04 mm. Weitere Unterschiede sind in Bezug auf die Länge der Stäbchen und die Zahl der Zellen vorhanden. In der Nebenretina sind die Stäbchen kurz (0,016 mm), aber dick, dagegen an der höchsten Stelle der Area 0,039 mm und in der Fovea 0,074 mm und schmal. Die Kerne der Stäbchenzellen bilden in der Nebenretina nur eine Schicht, die der bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen auch nur je eine, die der letzteren besitzt aber ein sehr lockeres Gefüge, d. h. die Kerne liegen in großen Abständen. In der Hauptretina nehmen die Schichten allmählich gegen die Area hin an Breite zu. An ihrer höchsten Stelle liegen die äußeren Körner in 4, die inneren in 8, von denen je 4 auf die bipolaren und amakrinen Zellen kommen, und die Kerne der Ganglienzellen in 2 Schichten. Horizontale Zellen, die in der Nebenretina ganz fehlen, liegen hier in einer Schicht zwischen den äußeren und inneren Körnern. Die Area (Fig. 7, 8) senkt sich rasch trichterartig zur Fovea (*f*) ein und buchtet die Pigmentwand nach außen vor. Dabei nehmen die Schichten an Breite rasch ab und im Centrum der Fovea finden sich in keiner Kerne; dagegen werden die Stäbchen sehr lang und schmal. Bei starker Vergrößerung (Fig. 8) sieht man, wie die Stäbchenzellen sich um so schräger lagern und stärker konvergieren, je mehr sie sich der tiefsten Stelle der Fovea nähern. Zwischen den Kernen und Stäbchen strecken sich die Zellen verschieden lang je nach der Entfernung von der Fovea. So entsteht zwischen den ersteren beiden eine gegen die letztere immer breiter werdende Schicht (*stz*) aus schräg, fast horizontal gelagerten schmalen Fortsätzen, von deren Enden die Stäbchen ausgehen. Diese sind wie gewöhnlich senkrecht zur Retina gestellt. Zum Teil sind sie gekrümmt, doch kann dieses vielleicht künstlich bewirkt sein. Im Gebiet der Grube sind sie am längsten und dünnsten, nach den Seiten zu nehmen sie allmählich an Länge ab, an Dicke aber zu. Zapfen fehlen in der ganzen Retina. Die Innenwand der Grube ist mit einer Schicht ausgekleidet, die aus feinen Fasern zu bestehen scheint. Sie ist am Grunde am breitesten. Ich möchte annehmen, daß sie der Nervenfaserschicht zugehört, die vielleicht etwas schief getroffen ist. Das Pigmentepithel zeigt völlige Dunkelstellung, seine Breite schwankt zwischen 0,004 und 0,007 mm.

Ferner ist noch bemerkenswert, daß der Abstand der Stäbchen in der Fovea vom Linsencentrum 0,73 mm beträgt, der der Nebenretina nur 0,55 mm.

Gegen die Bezeichnung der Grube als Fovea könnte man vielleicht einwenden, daß für

diese charakteristisch ist, daß nur Zapfen in ihr sich finden, indessen scheint mir dieser Einwand bedeutungslos zu sein, da es wohl nicht zweifelhaft ist, daß diese Grube im Dunkelauge von *Bathytroctes* die Stelle des schärfsten Sehens bezeichnet, also dieselbe Bedeutung hat wie die Grube in einem Lichtauge. Daß sie in der temporalen Wand gelegen ist, erklärt sich daraus, daß das Auge zwar seitlich gelegen ist, aber schräg nach vorn sieht.

Ein Retraktor der Linse ist vorhanden. Er entspringt ventral von der lateralen Wand und wendet sich schräg zur Linse, so daß durch seine Kontraktion diese temporad caudad verlagert wird.

50. *Platytroctes procerus* A. BR.

Wie schon das makroskopisch ähnliche Bild des Auges dieser Art (Textfig. 3, p. 23 im systemat. Teil) vermuten läßt, stimmt der Bau mit dem von *Bathytroctes* sehr überein. Als wichtigere Unterschiede sind nur folgende hervorzuheben. In der Area liegen die äußeren Körner in fünf Schichten, die bipolaren und amakrinen in je 3 und die Ganglienzellen in 2. Weiter finden sich Kerne der inneren Körnerschicht auch in der Fovea, wenn auch nur eine einzige Schicht vorhanden ist. Der Unterschied im Abstand der Neben- und Hauptretina vom Linsencentrum ist hier noch größer als bei *Bathytroctes*, nämlich $^1/_3$. Sein Verhältnis zum Linsenradius beträgt für die Nebenretina 1 : 1,8, dagegen für die Hauptretina 1 : 2,8.

51. *Evermannella atrata* (ALC.). 52. *Evermannella indica* A. BR. (Scopelidae).

(Taf. XXXV, Fig. 14—18 u. Taf. XXXVIII, Fig. 1—4.)

Von *Evermannella* sind im Material der Valdivia-Expedition zwei Arten vertreten. Beide und auch die dritte aus dem Mittelmeer bekannte Art *E. balbo* (RISSO) zeigen in der Gestalt, im Gebiß, in der Lage der Flossen und andern Merkmalen so große Verwandtschaft, daß man sie nur zu einer Gattung rechnen kann. Nach dem starken Gebiß zu urteilen sind alle Raubfische und leben pelagisch. Um so mehr überrascht es, daß das Auge von *E. atrata* ganz verschieden gebaut ist von dem der beiden andern Arten. Obwohl das Auge der ersteren auf Grund seines Baus eigentlich in eine ganz andere Gruppe gehört als das der andern, will ich sie wegen der nahen Verwandtschaft doch hier nacheinander behandeln und weiter auch, weil einige Eigentümlichkeiten bei allen drei Arten in gleicher Weise sich finden. Wie das Totalbild auf Taf. X im systemat. Teil und Fig. 14, Taf. XXXV in diesem Teil erkennen läßt, ist die Lage des Auges von *E. atrata* die gewöhnliche seitliche, und es sieht auch seitlich. Es ist etwas oval, die Pupille und Linse liegen aber central, die Iris hat überall dieselbe Breite, aber sie läßt noch einen Spalt zwischen sich und der Linse auf der nasalen Seite frei. Beide Augen sind durch einen breiten Interorbitalraum voneinander getrennt. Als fremdartig fällt am Auge eine Hautfalte auf, welche fast das ganze Auge bedeckt, nur nasal dorsal einen Ausschnitt besitzt, der etwa bis zur Mitte der Pupille reicht und hier einen Teil der Cornea, Pupille und Linse frei hervortreten läßt. In der ventralen Hälfte erscheint eine größere Partie der Falte unterhalb des ventralen Randes der Pupille dicker und gestrichelt. Im Leben dürfte die Falte wahrscheinlich durchsichtig sein, so daß Licht zum Auge nicht allein durch den kleinen Ausschnitt gelangen kann.

Ganz verschieden ist dagegen das Bild, welches das Auge von *E. indica* (Taf. XXXVIII, Fig. 1) und *balbo* bietet. Das Auge liegt auch seitlich, aber es blickt nach oben, denn die Pupille und Linse sind weit dorsad verschoben. Die Gestalt erscheint cylindrisch; der vertikale Durchmesser ist viel größer als der horizontale. Ein aphakischer Raum fehlt. Die Pupille ist schräg gestellt, indem die mediale Wand viel höher ist als die laterale. Der Interorbitalraum ist sehr schmal, beide Augen liegen nahe aneinander und stehen mit ihren Hauptachsen einander fast parallel. Diese Art stimmt darin mit *E. atrata* überein, daß auch hier eine große Falte das Auge seitlich fast ganz bedeckt und in der ventralen Hälfte ein verdicktes, gestricheltes Feld besitzt; da hier aber die Pupille und Linse dorsal liegen, wo keine Falte mehr sich findet, so werden diese Teile in keiner Weise von ihr bedeckt.

Diese makroskopisch sichtbaren Unterschiede weisen schon darauf hin, daß auch die mikroskopischen Bilder sehr verschieden sein müssen. Und das ist auch der Fall.

Das Auge von *E. atrata* war leider geschrumpft, obwohl im Einzelnen die Konservierung sehr gut war. Ich kann deshalb nur keine genauen Maße auf Grund der Schnitte angeben. Bei den 8,4 cm langen Tier betrug der vertikale Durchmesser des Bulbus 5 mm. Die Linse ist 1,9 mm groß; ein Retraktor ist vorhanden. Das Auge ist, soweit die Gestalt und Lage der Teile in Betracht kommen, wie ein gewöhnliches Fischauge (Taf. XXXV, Fig. 15). Der Sclera-knorpel (*kn*), der gewöhnlich nur einen schmalen Reifen bildet, ist auffallend stark entwickelt, indem er fast über die ganze Sclera sich ausbreitet. Die Iris ist dorsal ein wenig schmäler als ventral, aber allseitig als horizontale Scheidewand zwischen der vordern und hintern Kammer wohl entwickelt. Interessante Verhältnisse finden sich in der Retina. Sie breitet sich über den ganzen Augengrund aus und erstreckt sich bis zur Iriswurzel, aber sie ist nicht gleichmäßig differenziert, sondern läßt einen dorsalen und ventralen Teil unterscheiden. In dem ersteren, der etwa zwei Drittel der Retina und besonders den Teil des Auges, der nicht von der Hautfalte bedeckt wird, umfaßt, ist sie weniger breit (0,11 mm) als in dem letzteren (0,18 mm). Die Stäbchen sind ziemlich gleich lang (0,06 mm und 0,05 mm), aber ihre Länge beträgt im Verhältnis zur Retinabreite im dorsalen Teil die Hälfte, im ventralen noch nicht ein Drittel. Auffallend ist die verschiedene Zahl der Zellen. Dorsal sind die Kerne der Stäbchenzellen rund und in 4—5 Schichten gelagert, ventral sind sie dagegen schmal, aber nur in einer Schicht angeordnet. Die bipolaren Zellen bilden in der ersteren 4, in der letzteren nur 1, die amakrinen dort 3, hier nur eine, die Ganglienzellen dort zwei, hier nur eine Schicht und liegen in ihr noch in großen Abständen. Während die Schicht der horizontalen Zellen dorsal deutlich entwickelt ist, fehlt sie ventral ganz.

Einen weiteren Unterschied bietet das Pigmentepithel. Schon bei flüchtiger Betrachtung der Schnitte fällt auf, daß die Pigmentzellen im dorsalen Teil sehr lange Fortsätze besitzen, dagegen im ventralen sehr kurze, und daß das Pigment in ihnen nur schwach entwickelt ist (Fig. 15). Die Fortsätze liegen zwischen den langen Stäbchen und laufen sehr spitz aus (Fig. 16, *rep*); weiter aber liegen die Pigmentkörnchen nicht gleichmäßig in der ganzen Zelle verteilt, sondern füllen nur den distalen Teil aus, der proximale Teil bleibt dagegen frei. Die Grenze zwischen dem pigmenthaltigen und pigmentfreien Teil ist zwar bei genauer Betrachtung nicht ganz scharf, indem einzelne Körner auch noch im proximalen Teil liegen, aber bei schwacher Vergrößerung erscheint sie deshalb so scharf, wie es die Fig. 16 zeigt, weil die dichte Lagerung ziemlich plötzlich aufhört. Die Basen der Zellen berühren sich zwar, aber die Fortsätze liegen infolge ihrer Schmalheit

weiter auseinander, so daß das Pigment keine geschlossene Schicht bildet, sondern wie perforiert erscheint. Diese letztere Eigentümlichkeit läßt die Vermutung aufkommen, es möchte ein Tapetum vorhanden sein, das durch die Lücken der Pigmentschicht zur Wirksamkeit gelangen kann. Diese Vermutung erweist sich auch als richtig, aber das Tapetum liegt nicht, wie gewöhnlich, in der Chorioidea, sondern im Pigmentepithel. Wenn man das Licht abblendet, so glitzert einem eine breite Schicht aus dem dunkeln Felde entgegen und zwar in den dorsalen zwei Dritteln des Augengrundes. Aus dieser Schicht heben sich scharf umrandete dunkle Punkte ab. Die weitere Prüfung lehrt dann, daß diese glitzernden Körnchen oder Flitterchen (*ta*) in dem proximalen Teil der Pigmentzellen liegen, und daß die dunklen Punkte die mit Hämatoxylinblau gefärbten Kerne dieser Zellen sind. Bei durchfallendem Licht treten sie nicht so scharf hervor wie bei abgeblendetem. Sie liegen bald nahe der Basis der Zellen, bald von ihr etwas entfernt. Die Fig. 16 gibt das Bild wieder, wie es sich bei abgeblendetem Licht darstellt, d. h. die Grenze zwischen dem Teile der Zelle, der die Pigmentkörnchen enthält, und dem, der die Flitterchen enthält, erscheint scharf. In Wirklichkeit finden sich in beiden Teilen einzelne Körnchen von jeder Art, aber wegen des Ueberwiegens der einen Art kommen die wenigen der andern nicht zur Geltung. Wir haben somit im Auge von *E. atrata* die interessante Erscheinung, daß zwei Funktionen, die sonst auf zwei Schichten verteilt sind, die verschiedenen, mesodermalen und ectodermalen Ursprungs sind, und die in der Regel sich gegenseitig ausschließen, indem das Tapetum nur zur Wirkung gelangen kann, wenn das Pigment reduziert ist, hier von einer und derselben Schicht erfüllt werden. Es wäre sehr wichtig, zu wissen, ob das Pigment dauernd die Lage in den Fortsätzen bewahrt und so das Tapetum dauernd zur Wirkung gelangen kann, wenn auch diese etwas durch die Fortsätze abgeschwächt ist, oder ob die Fortsätze auch eingezogen werden oder das Pigment zu bestimmten Zeiten auch in die proximalen Teile wandert und das Tapetum ganz oder fast ganz unwirksam machen kann.

Dieses Tapetum fehlt im ventralen Drittel des Pigmentepithels (Fig. 17). Wenigstens habe ich hier weder bei durchfallendem noch bei auffallendem Licht etwas von diesen glänzenden Flitterchen entdecken können.

Die Hautfalte (Fig. 15, *m*), welche das Auge zum größten Teil bedeckt, liegt der Cornea nicht direkt an. Sie erscheint wie eine senkrechte Schutzwand. Der dorsale Rand ist schmal, sonst ist sie im größten Teile ziemlich breit. Die Epidermis, die sie außen noch überzogen hat, ist abgeschunden. Die Wand besteht aus Bindegewebe, das aber in verschiedener Weise angeordnet ist. In der lateralen Wand ist es dichter gefügt, in der medialen lockerer und welliger gelagert. Neben den gewöhnlichen Fasern sieht man auch glänzende, die vielleicht elastische sein mögen. Der Raum zwischen den Wänden ist von Platten, die übereinander und schräg gelagert sind (Fig. 18), ausgefüllt. Von ihnen sind zwei verschiedene zu erkennen. Die einen erscheinen blaß (*la*), kernlos, ohne Lichtbrechung; sie ziehen von der lateralen zur medialen Wand und sehen aus wie die Lamellen der Wände, die sich abgesondert haben und nach der andern Seite hinüberziehen. Die andern (*la*^{1}) haben dagegen auf der lateralen Seite Kerne. An vielen Stellen fehlt zwar der Zusammenhang mit den Lamellen, doch liegt hier fraglos eine Zerreißung vor. Das geht besonders daraus hervor, daß jeder der isolierten Kerne in der Richtung einer Platte liegt, die keinen Kern besitzt wie die andern gleichartigen. Diese Lamellen sind stark lichtbrechend, dunkler und schmäler. Da sie meist schräg durchschnitten sind, erscheinen

sie breiter als sie wirklich sind. Die Bedeutung dieser unbeweglichen Falte kann meiner Ansicht nach nur in einem Schutz für das Auge liegen; wozu freilich ein solcher bei einem pelagischen Fisch dienen soll, ist mir nicht klar. Gegen Druckverschiedenheiten kann sie nicht schützen, weil sie offen ist. Zur Absperrung der ventralen Hälfte des Auges oder zur Leitung des Lichtes dürfte sie auch wahrscheinlich nicht dienen, weil sie kein Pigment enthält. Allerdings ist bemerkenswert, daß die erwähnte stärkere Differenzierung der Retina und das Tapetum hauptsächlich in dem von der Falte nicht bedeckten Teil entwickelt ist.

Das Auge von *E. balbo*, der Mittelmeerform habe ich nur makroskopisch untersuchen können. Ich habe zwar durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Dr. KRAEPELIN vom Hamburger Museum ein Exemplar für eine Untersuchung des Auges erhalten, das gut erhalten zu sein schien, aber die Schnitte zeigten leider das Gegenteil. Es war nur so viel festzustellen, daß diese Art in Bezug auf den Bau des Auges mit *E. indica* übereinstimmt. Von dieser Art standen mir zwei verschiedene alte Exemplare aus dem Material der Expedition zur Verfügung. Das ältere 3,25 cm lange war zwar nicht gut erhalten, so war die Retina gefaltet und die Form etwas verdrückt, aber es konnte doch noch eine gute Uebersicht über die wichtigsten Verhältnisse gewonnen werden. In der Fig. 4 Taf. XXXVIII habe ich die Faltungen ausgeglichen. Das Auge des jungen, 2,05 cm langen Tieres war dagegen sehr gut konserviert, es war außerdem noch dadurch von großem Wert, daß das Auge noch nicht voll ausgebildet war und somit noch einen Schluß über die Bildungsweise des fertigen Auges zuließ.

Das Auge des jüngeren Tieres (Taf. XXXVIII, Fig. 2, 3) läßt äußerlich noch wenig die oben beschriebenen Charaktere des ausgebildeten Auges erkennen. Es erscheint noch fast wie ein seitlich gelegenes und etwas schief dorsad sehendes Auge. Die Pupille und Linse sind erst etwas dorsad verschoben. Die Cornea bedeckt noch fast die ganze laterale Wand und dehnt sich erst wenig auf die dorsale aus. Der dorsale Teil der Iris ist zwar mediad schon ein wenig zurückgeschoben, aber noch nicht so sehr viel schmäler als der ventrale Teil. Hier liegt jetzt Scleraknorpel (*scl*). Die Linse und Pupille liegt nicht mehr central, sondern in der dorsalen Hälfte, das Auge sieht also nicht mehr rein seitwärts, sondern schräg dorsad. Soweit das Auge nicht von der Hautfalte (*m*), die makroskopisch schon erkennbar ist, bedeckt wird, ist die Cornea stark gewölbt. Der Scleraknorpel ist ähnlich wie bei *E. atrata* stark entwickelt. Auch die Iris zeigt eine ähnlich gerichtete Verschiebung wie die Cornea-Sclera. Dorsal (*i*) ist sie mediad zurückgedrängt und in ihrer Breite stark reduziert, ventral (i^1) dagegen stellt sie eine breite, vertikal gestellte Wand dar, die rein seitlichem Licht den Weg in das Auge weit versperrt. Mit dieser Verlagerung der Iris ist auch das Ligamentum pectinatum verschoben. Es liegt auf der lateralen Seite bedeutend höher als beim normalen Auge. Die innere Augenwand ist noch gewölbt, aber die ventrale Wand ist bereits breiter, die dorsale viel schmäler und weiter fällt sofort auf, daß sie in zwei ungleich differenzierte Teile gesondert ist. Die Grenze liegt auf der Höhe der Papille des Opticus (Fig. 2), außerhalb dieser ist sie dadurch scharf gekennzeichnet, daß das Retinapigment (*rep*) nach innen vorspringt und die Retina hier eine Einknickung besitzt. Die dorsal von ihr gelegene Retina bezeichne ich als Nebenretina (*nre*), die ventrale als Hauptretina (*Re*). Jene hat kurze Stäbchen, viel dünnere Schichten, diese dagegen

hat doppelt solange Stäbchen und viel zahlreichere Zellen und damit breitere Schichten. Das Pigment zeigt Lichtstellung, wenn auch seine Fortsätze nicht mehr die ganzen Stäbchen umschließen. Einen weiteren wichtigen Punkt zeigt die Fig. 2, welche einen Schnitt durch beide Augen wiedergibt. Sie liegen einander sehr nahe und sind nur durch einen sehr schmalen Interorbitalraum getrennt. Dorsal ist er noch etwas breiter, und das ist ein Zeichen, daß die Augen noch nicht fertig ausgebildet sind und ihre Drehung vollendet haben. Die Schutzfalte (*m*) ist bereits ganz ähnlich wie bei *E. atrata* ausgebildet. Sie ist nur höher, und die verdickte polsterartige Partie nimmt noch nicht ein so weites Gebiet ein wie später.

Das ausgebildete Auge (Taf. XXXVIII, Fig. 4) zeigt im Wesentlichen nur eine starke Weiterbildung des jüngeren. Der Bulbus hat sich weiter gedreht, derart, daß die Sclera einen großen Teil der lateralen Wand bildet, dagegen in der dorsalen nicht mehr vorhanden ist, hier nur Cornea sich findet. Dabei ist bemerkenswert, daß die letztere (c^1) in ihrer ventralen Partie, soweit sie von der Schutzfalte bedeckt ist, nicht mehr den festgefügten Bau, der sie fast homogen erscheinen läßt, besitzt wie in der dorsalen, frei gelegenen Partie. Eine Bedeutung für das Auge hat sie hier nicht mehr, weil die Iris (i^1) dorsad sich fast bis zur Höhe des Randes der Falte (*m*) ausgedehnt hat und Licht hier ganz abschließt. Dorsal ist dagegen die Iris fast ganz rückgebildet und ihr Rand so weit mediad zurückgedrängt, daß die Pupille jetzt fast so breit ist wie der Querdurchmesser oder der frühere sagittale Durchmesser des Auges. Die 1,1 mm große Linse füllt die ganze Pupille aus, es bleibt kein Spalt, durch welchen Nebenlicht in das Auge eindringen kann. Das Auge kann jetzt ganz dorsad sehen. Da die Pupille infolge der ungleichen Höhe der lateralen und medialen Wand schräg gelagert ist und die große Linse weit in die vordere Augenkammer vorragt, so kann aber auch von der Seite und von vorn Licht in das Auge dringen. Die Retina läßt ebenfalls eine weitere Verschiebung ihrer Teile erkennen. Die Hauptretina bildet jetzt den Boden oder den Augengrund. Diese ventrale Wand bildet mit den anderen fast einen rechten Winkel, aber die Hauptretina nimmt nicht nur diese ein, sondern erstreckt sich wie früher noch auf die mediale, nasale und temporale Wand und zwar bis zu der durch den Opticus und die Einknickung des Retinapigments bezeichneten Linie, die nur wenig ventralwärts verlegt ist. Die Nebenretina nimmt die übrigen Teile der jetzt auch fast ganz vertikal stehenden medialen und der etwas stärker gewölbten nasalen und temporalen Wand ein. Damit ist auch der Abstand vom Linsenzentrum ein anderer geworden. Für die Hauptretina beträgt sein Verhältnis zum Linsenradius 1 : 2,6, dagegen liegt die Nebenretina im dorsalen Teil der Linse fast direkt an. Die Papille des Opticus und die durch das Retinapigment gegebene Grenzmarke zwischen beiden Teilen der Retina liegen jetzt mehr ventral als vorher. Die Differenzierung der Netzhaut ist weiter durchgeführt und die Unterschiede sind sehr groß geworden. Während die Hauptretina 0,16 mm breit ist, beträgt die Breite der Nebenretina nur 0,035 mm. Die Stäbchen sind in ersterer doppelt so lang, wenn auch im Vergleich mit andern Augen kurz (0,02 mm). In der Nebenretina liegen die Kerne aller Zellen nur in je einer Schicht, dagegen bilden in der Hauptretina die äußeren Körner 10—12 Schichten, die der bipolaren 4—6, die der amakrinen 4—5 und die der Ganglienzellen 1—2; letztere liegen in der Nebenretina zwar auch in einer Schicht, aber in weiten Abständen voneinander. Horizontale Zellen habe ich in der Nebenretina nicht auffinden können. Die letztere ist aber nicht in allen Teilen gleichmäßig gebaut. In einem dorsalen Streifen der medialen Wand, welcher der Iris benach-

bart ist, ist sie besser entwickelt. Sie ist etwas breiter (0,05 mm), die Stäbchen sind so lang wie in der Hauptretina und die Kerne der verschiedenen Zellen liegen enger aneinander, sind also zahlreicher.

Der Retraktor der Linse scheint vorhanden zu sein und seine Lage nicht verändert zu haben, nur etwas länger geworden zu sein. Da in dem Teil, in dem er liegt, eine Faltung sich befindet, so konnte ich kein klares Bild von ihm gewinnen. Ebenso war es mir nicht möglich, über die Augenmuskeln klar zu werden. Während bei dem jüngeren Tier nicht nur alle vorhanden sind und die normale Lage besitzen, scheint es mir, daß sie bei dem älteren nicht mehr gleichmäßig stark entwickelt sind.

53. *Argyropelecus* Cocco (Sternoptychidae).

(Taf. XXXVII, Fig. 1—18.)

Es ist sehr eigentümlich, daß das Auge von *Argyropelecus*, der bei Messina zu den nicht seltenen Fischen gehört und von vielen Forschern beobachtet und wegen seiner Leuchtorgane auch genauer untersucht ist, fast ganz unbeachtet geblieben ist, obwohl die ganz absonderliche Stellung und Gestalt der Augen schon bei flüchtiger Betrachtung jedem auffallen muß. Nur Leuckart (1875) hat ihm einige Aufmerksamkeit geschenkt, das Wichtigste, der Bau der Retina ist ihm aber auch entgangen. Ich werde seine Beobachtungen im Lauf der Darstellung berücksichtigen.

Das Material der Valdivia-Expedition war an Exemplaren dieser Gattung reich und konnte noch durch einige gut konservierte Exemplare von *A. hemigymnus*, die ich von der Zoologischen Station in Neapel erhielt, ergänzt werden. Besonders wichtig waren einige Jugendstadien. Denn wenn sie auch nicht eine vollständige Reihe bildeten, so konnte man doch ein ziemlich befriedigendes Bild von der Umbildung des Auges gewinnen.

Da die Unterschiede zwischen den Arten in Bezug auf die Gestaltung des Auges nur gering sind, so behandle ich alle zusammen und hebe die Abweichungen bei der Darstellung der betreffenden Punkte kurz hervor.

Das jüngste Stadium (0,2 cm lang), das ich glaube *Argyropelecus* zurechnen zu müssen (vgl. systemat. Teil, p. 112), war leider nicht gut konserviert. Immerhin war doch zu erkennen, daß keine Abweichungen vom typischen Fischauge vorhanden sind. Das Auge ist rund, die Iris gleichmäßig ausgebildet, die Linse liegt central. Die Retina zeigt keine Ungleichheiten, und, was bemerkenswert ist, das Pigmentepithel befindet sich in der Lichtstellung.

Auf dem nächst älteren Stadium (0,55 cm lang; Fig. 1, Taf. XXXVII) treten uns schon Verhältnisse entgegen, welche den Beginn einer Umbildung anzeigen. Makroskopisch fällt sofort auf, daß das Auge seine runde Form verloren hat, längsoval gestaltet ist, indem der vertikale Durchmesser mehr als ein Drittel länger ist als der horizontale. Da die äußere Hülle, Sclera-Cornea, diese Gestaltveränderung viel weniger erfahren hat, so füllt das innere, vom Pigment der Retina umschlossene Auge den ganzen Bulbus nicht mehr gleichmäßig aus, sondern nasal und temporal bleibt ein größerer Raum frei. Auf den Schnitten (Fig. 3, 4, 5) treten uns noch andere Züge entgegen, zum Teil treten sie allerdings so wenig hervor, daß man erst durch den Vergleich älterer Stadien auf sie aufmerksam wird und sie zu deuten versteht.

Betrachtet man einen Schnitt (Fig. 3), der das Auge parallel seiner Vertikalachse durchteilt hat, so ist das Bild im Ganzen sehr dem eines typischen Auges von einem jungen Fisch ähnlich. Die Linse hat ihre centrale Lage, die Iris ist ventral (i^1) ein wenig breiter als dorsal, die Retina in geringem Abstande von der Linse. Der Scleraknorpel (*kn*) bildet einen schmalen Reifen. Der Retraktor ist vorhanden und zeigt den gewöhnlichen schrägen Verlauf von der ventralen Wand zur Linse. Einen wichtigen Unterschied zeigt die Retina. Sie ist nicht ganz gleichmäßig ausgebildet, sondern in der Mitte der medialen Wand ist sie bedeutend schwächer, weniger dick als in den dorsalen und ventralen Teilen. Es sind nicht nur die Stäbchen kürzer, sondern auch die Schichten sind dünner. Ferner ist die dorsale Hälfte ein wenig mehr aufgerichtet als die ventrale, die fast horizontal gelagert ist. Die Grenze zwischen ihnen ist aber nicht scharf. Der Opticus (Fig. 4, 5, *op*) tritt exzentrisch in das Auge ein.

Der Horizontalschnitt (Fig. 5) durch den Kopf (Querschnitt durch das Auge) zeigt weitere Besonderheiten. Einmal tritt die schon makroskopisch sichtbare Schmalheit des Auges hervor, dann aber fällt weiter auf, daß die Iris (*i*) nicht als horizontale Scheidewand zwischen der vordern und hintern Augenkammer ausgebildet ist, sondern ihre Wände senkrecht aufgerichtet sind, so daß die Pupille fast gleich dem Querdurchmesser des Auges ist. Ferner nimmt die Retina fast nur den Augengrund ein; nur auf die temporale Wand erstreckt sie sich noch etwas. Die Figur läßt auch die exzentrisch gelegene Papilla nervi optici erkennen. Die tiefe Lage der Linse dürfte durch künstlichen Druck herbeigeführt sein. Ebenso ist natürlich die Faltung und unregelmäßige Gestalt der Cornea und Sclera auf eine Deformation zurückzuführen.

Die Umbildung des Auges scheint sich von diesem Stadium ab ziemlich rasch zu vollziehen, denn bei 0,75 cm langen Fischen (Fig. 2) findet man bereits einen sehr großen Fortschritt, und bei 1—1,2 cm langen (Fig. 6) ist der Prozeß im Wesentlichen schon vollendet. Makroskopisch geben sich die Veränderungen besonders dadurch kund, daß die Linse mehr und mehr dorsad und etwas mehr nasad sich verschiebt, und daß der ventrale Pupillarrand allmählich dorsad verlagert, der dorsale dagegen mediad zurückgeschoben wird, so daß dieser bald durch die Linse überragt wird. Die Cornea erweitert zwar ihr Gebiet ebenfalls, indem sie auch die dorsale Wand des Auges mehr und mehr überwölbt, aber sie bleibt auch auf der lateralen Seite des Auges ganz erhalten wie früher, obwohl hier ein Eindringen des Lichtes in das Auge unmöglich geworden ist. Da der laterale Rand der Pupille niediger ist als der mediale, sie also schräg gelagert ist, so sieht jetzt das Auge nicht mehr rein seitlich, sondern schräg dorsad. Endlich ist aber noch ein Punkt sehr bemerkenswert. Anfangs ist der Interorbitalraum verhältnismäßig breit, später aber mit der Umbildung und der Verlagerung der Sehachsen wird er immer schmäler und die Augen rücken einander mit ihren medialen Wänden immer näher und ihre Achsen divergieren immer weniger.

Klarer treten diese Veränderungen auf Querschnitten durch den Kopf hervor, die das Auge also parallel seinem vertikalen Durchmesser durchschnitten haben, und dann gewinnt man erst durch sie einen Einblick in die Umgestaltungen, die im Innern des Auges sich vollziehen.

Die beiden Fig. 7 und 9 lassen zunächst die schon makroskopisch sichtbare Verschiebung der Linse und Pupille erkennen. Was man aber von außen nicht sehen konnte, ist, daß die Iris (i^1) allein auf der lateralen Wand immer mehr dorsad wächst, ohne daß die Retina ihr Gebiet von der ventralen auf die laterale Wand mit ausdehnt. Dorsal dagegen (*i*) wird sie schmäler,

also reduziert. Sie ist in der Fig. 9 nach innen etwas eingeschlagen, was wohl als eine Schrumpfung bei der Konservierung zu beurteilen ist. Die Pupille wird nicht nur verlagert, sondern auch sehr weit. Mit der Verschiebung der Pupillarränder verschiebt sich auch das Ligamentum pectinatum (*lip*), besonders auf der lateralen Wand, wie die Figuren klar erkennen lassen. Ebenso dehnen die Fasern des Tapetums (*ta*), das allerdings nicht stark entwickelt ist, ihr Gebiet auf der lateralen Seite dorsad aus.

Am auffallendsten sind aber die Veränderungen der Netzhaut. Während sie auf den jüngsten Stadien der Ausbildung noch ganz gleichmäßig den Augengrund bedeckte oder erst den Beginn einer Teilung anzeigte, tritt letztere jetzt deutlich hervor. Wir können zwei Partieen, eine dorsale (*nre*) und eine ventrale (*Re*) unterscheiden, die ich als Neben- und Hauptretina bezeichnen will. Die Hauptretina differenziert sich progressiv, sie hat lange, schmale Stäbchen, große Breite und die Kerne der verschiedenen Zellen sind in mehreren Schichten gelagert. Sie nimmt mehr und mehr die ventrale Wand des Auges allein ein. Diese wird breiter und lagert sich horizontal. Dagegen zeigt die Nebenretina eine regressive Entwicklung. Sie bedeckt anfangs noch die ganze mediale, nasale und temporale Wand, wenn auch ihre Stäbchen viel kürzer sind als die der Hauptretina und sie selbst weniger breit ist, dann aber sieht man, wie im ventralen Teil der genannten Wände sie mehr und mehr rückgebildet wird. Auf Fig. 7 sind hier noch, wenn auch kurze Stäbchen vorhanden, ebenso noch bipolare und Ganglienzellen. Auf dem älteren Stadium dagegen (Fig. 9) ist der größte Teil kaum mehr als Pars optica zu bezeichnen; die in einem breiteren dorsalen Streifen entwickelte Nebenretina ist jetzt durch ein Gebiet, das keine nervösen Elemente hat, von der Hauptretina getrennt. Der Nerv tritt nahe an der Grenze zwischen der medialen und ventralen Wand, die einen fast rechten Winkel miteinander bilden, ein. Es hat sich also dieser Punkt ventrad gegen früher verschoben.

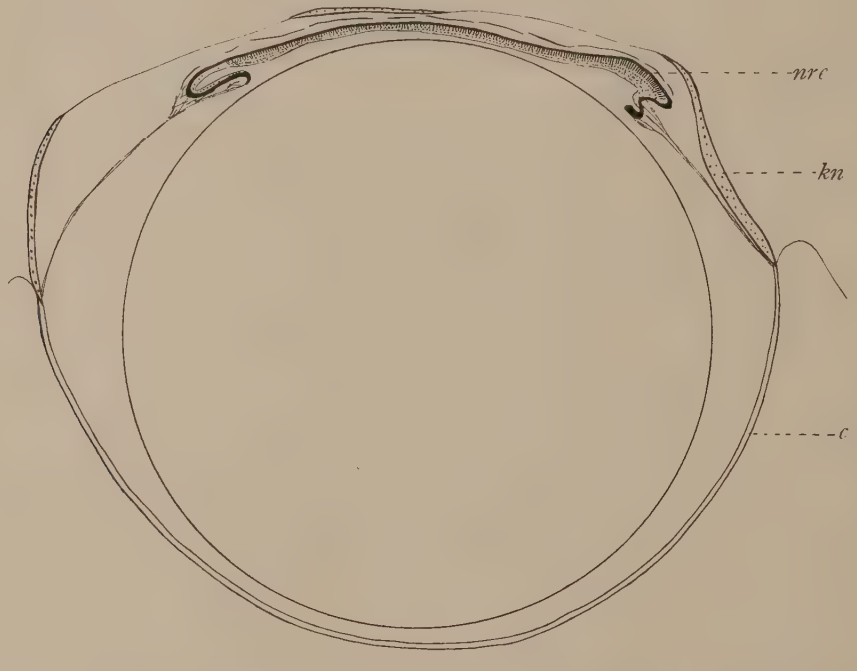
An diese Stadien kann ich gleich das ausgebildete Auge anschließen, da die Veränderungen, die zu diesem führen, nur in einer schärferen Ausbildung der zuletzt geschilderten bestehen. Ich halte mich dabei vornehmlich an *A. hemigymnus*, weil von *A. affinis* nur ein großes Exemplar, von *A. Olfersi* nur jüngere im Material der Expedition vorhanden waren, von *A. hemigymnus* ich aber mehrere zur Verfügung hatte. Die Arten unterscheiden sich aber nur darin, daß bei *A. affinis* die Eigentümlichkeiten des Auges ein wenig schärfer, bei *A. Olfersi* etwas schwächer ausgebildet sind als bei *A. hemigymnus*.

Betrachten wir zuerst das makroskopische Bild. Es ist ein anderes, wenn die Augen in situ sich befinden und wenn sie herausgenommen sind. Die Figuren, welche Winter im systematischen Teil von *A. affinis* auf Taf. VII gegeben hat, zeigen das innere Auge fast cylinderförmig, der Durchmesser erscheint im unteren Teil nur wenig breiter. Es steht vertikal in der ganz seitlich gelegenen Orbita; die Oeffnung des Cylinders oder die Pupille liegt dorsal und wird von der großen Linse ganz ausgefüllt. Das Auge ist also dorsad gerichtet. Es wird von der Cornea überwölbt und zwar nicht nur die Linse, sondern auch die seitliche Wand. Sie ragt noch über die Stirn hinaus. Beide Augen sind, wie Fig. 2, Taf. VII zeigt, durch eine sehr schmale Zwischenwand voneinander getrennt und stehen mit ihren Hauptachsen einander parallel. Leuckart (1875) hat, wie schon erwähnt wurde, als einziger das Auge von *Argyropelecus* näher untersucht. Er schreibt p. 189: „Der sonderbare *Argyropelecus* besitzt ein trichterförmiges Verbindungsstück von ansehnlicher Höhe, freilich nicht in ganzer Peripherie des Augengrundes,

sondern bloß an der Facialfläche, so daß die Cornea dadurch nach dem Scheitel zu gehoben wird und die Augenachsen eine fast parallele Stellung annehmen." Wenn ich ihn recht verstehe, nimmt er an, daß die Cornea nur dorsal über der Pupille vorhanden ist; das ist, wie schon berichtet ist, nicht der Fall, ihr ventraler Rand fällt vielmehr wie beim gewöhnlichen Seitenauge mit dem ventralen Rande der Orbita zusammen.

Präpariert man das Auge heraus, so erkennt man, daß das oben geschilderte Bild, besonders in Bezug auf die Gestalt eine starke Korrektur verlangt. Die Fig. 10, 11, 13, 14 auf Taf. XXXVII geben es in den verschiedenen Ansichten von der lateralen, medialen, nasalen und temporalen Seite. Am besten vergleicht man die Gestalt mit einem Kessel, dessen eine Wand,

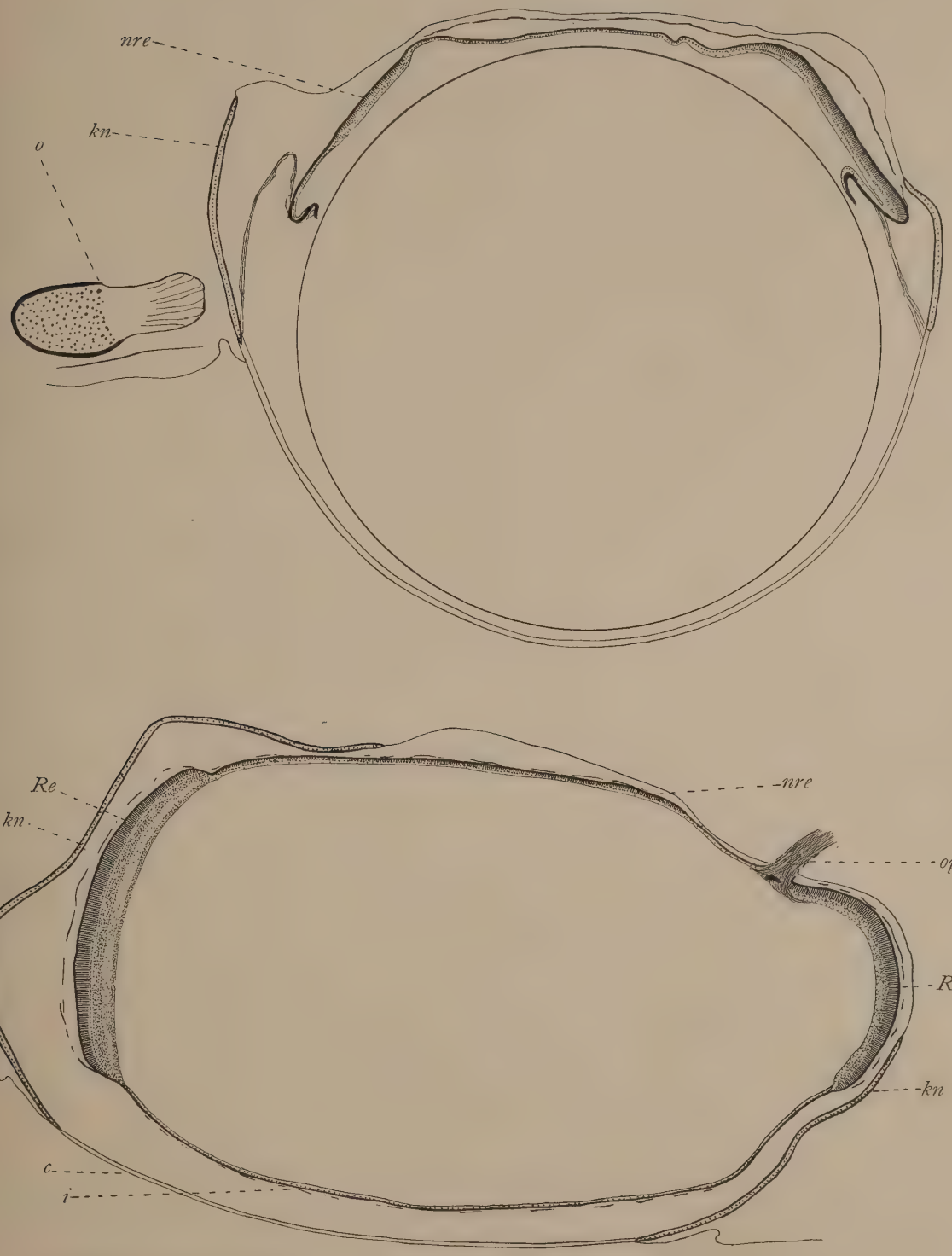
Fig. IX.



Querschnitte durch das Auge (Horizontalschnitte durch den Kopf) von *Argyropelecus hemigymnus*. Vergr. 52.

hier die mediale, platt gedrückt ist. Infolge dessen ist es lateral-medial viel schmäler als nasal-temporal. Ferner ist das Auge an der Pupille viel schmäler als am Boden. Der Unterschied ist nasal-temporal wieder größer als lateral-medial, weil die laterale Wand nicht so stark nach außen gewölbt ist wie die nasale und temporale Wand. Die Kanten zwischen der medialen einerseits und der nasalen und temporalen Wand andererseits sind nicht scharf, sondern abgerundet. Der Boden ist etwas konvex gewölbt, er ist aber ziemlich scharf gegen die Seitenwände abgesetzt. Der Rand der Pupille ist nicht allseitig gleich hoch; so ist der laterale etwas niedriger als der mediale, und der nasale zeigt einen Ausschnitt, was deshalb bemerkenswert ist, weil nasal vor diesem das orbitale Leuchtorgan gelegen ist. Ferner liegt die Pupille nicht genau central, sondern ist etwas nasad verschoben. Die Linse, welche weit in die vordere Augenkammer hineinragt, kann infolgedessen von vorn und von der Seite mehr Licht erhalten als von der

Fig. X und XI.



Querschnitte durch das Auge (Horizontalschnitte durch den Kopf) von *Argyropelecus hemigymnus*. Vergr. 52.

temporalen Seite. Bei genauerer Betrachtung der lateralen Wand fällt noch auf, daß ihr noch eine besondere, trapezförmige, aber ebenfalls wie die ganze Wand gewölbte Pigmentplatte aufgelagert ist, deren seitliche Ränder sich ziemlich scharf abheben. Sie gehört der Chorioidea an.

Die Fig. 11 zeigt auch die Eintrittsstelle des Opticus (*op*); sie liegt mehr temporal als nasal in der medialen Wand nahe ihrer ventralen Kante. Von den Augenmuskeln habe ich nur vier gefunden. Zwei setzen sich dorsal temporal an (*mu* Fig. 11), die beiden andern ventral nasal (*mu'*). Ob es sich um die vier recti oder zwei recti und die beiden obliqui handelt, kann ich nicht bestimmt entscheiden, da fraglos eine starke Verschiebung eingetreten sein muß. Entfernt man die laterale Wand (Fig. 12), so erblickt man den großen schwarz pigmentierten Retraktor der Linse, der fast an der Kante der nasalen ventralen Wand in ihrer medialen Hälfte frei hervortritt und von hier schräg dorsad zur Linse zieht und sich mit seiner Sehne an ihrer nasalen Seite befestigt.

Die Arten zeigen in Bezug auf die Lage und Gestalt des Auges nur folgende Unterschiede. Während bei *A. affinis* die Cornea die Stirn weit überragt, erreicht sie bei *A. Olfersi* solche Höhe nicht, sondern liegt etwas niedriger als sie. *A. hemigymnus* steht in der Mitte zwischen beiden. Weiter erscheint die Linse bei *A. Olfersi* nicht ganz so stark dorsad verschoben wie bei den andern.

Betrachten wir nunmehr den inneren Bau. Am besten orientieren Querschnitte durch den Kopf (Fig. 15), zum vollen Einblick aber muß man auch Horizontal- und Sagittalschnitte (Textfig. IX—XI) untersuchen. Ein Vergleich der Fig. 15 mit den Fig. 7 und 9, die das zuletzt betrachtete Stadium darstellen, lehrt, daß die dort entwickelten Verhältnisse noch eine schärfere Ausbildung erfahren haben. Die Grenze zwischen Cornea und Sclera ist ventral in ihrer Lage ziemlich unverändert geblieben, d. h. sie hat sich wider Erwarten nur wenig dorsad verschoben, wie es z. B. bei *Ichthyococcus* der Fall ist. Dorsal fällt sie jetzt mit dem dorsalen Rande der medialen Wand zusammen. Infolgedessen liegt der Scleraknorpel hier fast parallel zum Interorbitalseptum, ventral dagegen horizontal. Während er dorsal (*kn*) bedeutend dicker geworden ist, aber sich nicht weiter über die mediale Wand ausgedehnt hat, gewinnt der Reifen ventrad (kn^1) an Breite, bleibt aber dünn; er erstreckt sich hier sogar etwas auf die laterale Wand. Ob diese Ausdehnung durch eine Drehung des ganzen Bulbus bedingt ist, oder ob der Knorpel durch eigenes Wachstum sein Gebiet erweitert hat, läßt sich schwer entscheiden. Wahrscheinlich hat beides stattgefunden. Die Cornea ist im dorsalen Teile viel stärker gewölbt als im lateralen. Sie zeigt in ihrer ganzen Ausdehnung dieselbe Struktur, sie erscheint wie eine homogene Membran, die außen nur von einer dünnen Conjunctiva überzogen ist. Die Chorioidea ist nur eine dünne Schicht. Auf der lateralen Wand findet sich ein schwaches Tapetum (*ta*) aus langen faserförmigen Zellen. Das Ligamentum pectinatum (*lip*) liegt dorsal nahe der Grenze zwischen Cornea und Sclera, ventral dagegen ist es bis zur Mitte der lateralen Wand der Cornea dorsad verschoben. Das Aufhängeband der Linse habe ich auf den Schnitten nicht aufgefunden, es ist aber zweifellos vorhanden.

Das innere, vom Retinapigment umschlossene, dorsal von der Cornea begrenzte Auge zeigt folgende Verhältnisse. Der vertikale Durchmesser (von der Cornea bis zum Pigment der Hauptretina) mißt bei einem 2,7 cm langen *A. hemigymnus* 2,7 mm, der sagittale Durchmesser (von der lateralen bis zur medialen Wand) am Augengrunde 1,78 mm, die Entfernung zwischen

der nasalen und temporalen Wand an dem Pupillarrande 1,6 mm und am Augengrunde 2,1 mm. Die schräg gelagerte Pupille hat eine Breite von 1,85 mm. Der Durchmesser der großen Linse beträgt 1,6 mm. Sie füllt die ganze Pupille aus, ein aphakischer Raum ist nicht vorhanden. Die Iris ist dorsal (*i*), nasal und temporal sehr schwach ausgebildet und bildet eine etwas schräg gestellte Wand; auf der Fig. 15 ist sie nach dem Innern des Auges eingefaltet, was wahrscheinlich nicht natürlich ist. Der ventrale Teil der Iris (i^1), welcher die ganze laterale Wand des Auges bildet, steht vertikal. Die geringe konkave Einbuchtung dürfte durch Druck entstanden sein. Ihr dorsaler Rand zeigt keine Einfaltung gegen die Linse. Sie ist von einem einschichtigen, indifferenten Epithel auf der Innenseite ausgekleidet. Das Pigmentepithel ist hier wie an den übrigen Wänden sehr dünn, nur 0,005 mm breit und zeigt überall völlige Dunkelstellung, auch bei solchen Exemplaren, die bei Messina durch Auftriebströmungen an die Oberfläche geführt sind und beim Fange noch gelebt haben.

Die Pars optica fehlt ganz an der lateralen Wand, was begreiflich ist, da diese ja nur eine vergrößerte Iris ist. Am stärksten ist sie differenziert in der Hauptretina (*Re* Fig. 16), die den scharf abgesetzten Augengrund (die ventrale Wand) einnimmt. Ihre Breite beträgt hier 0,15 mm, die Stäbchen sind lang, aber schmal, sie messen 0,05 mm, also $^1/_3$ der Retinabreite. Zapfen fehlen. Die äußeren Körner liegen in 2—3 Schichten, die horizontalen Zellen in 1—2, die bipolaren in 4, die amakrinen in 2—3 und die Ganglienzellen in 3. Bei *A. affinis* zeigt die Hauptretina dasselbe Bild. Auf den andern Wänden findet sich die Nebenretina; sie ist sehr ungleichmäßig entwickelt, aber überall viel schwächer, zum Teil rudimentär. Zur Orientierung betrachte man außer den beiden Fig. 17 und 18 noch die in den Textfig. IX—XI abgebildeten Schnitte, die das Auge auf verschiedener Höhe durchschneiden. Die Textfig. IX gibt einen Schnitt wieder, der es dorsal nahe dem Pupillarrande getroffen hat, die Textfig. X einen solchen, der es auf der Höhe des orbitalen Leuchtorgans, und die Textfig. XI einen solchen, der es auf der Grenze zwischen dem Boden und den Seitenwänden durchschnitten hat. Die laterale Wand ist, wie schon erwähnt, ganz frei von nervösen Elementen, sie hat nur indifferentes Epithel. An allen anderen Wänden ist die Retina schwach entwickelt, am stärksten noch auf der medialen Wand nahe der Iriswurzel (Fig. 17), aber auch hier vornehmlich im temporalen Drittel, während sie im mittleren Teil ganz dürftig ausgebildet ist. Der temporale Streifen zieht sich die ganze mediale Wand hinab und weiter auch auf die temporale Wand hinüber. Er liegt dem orbitalen Leuchtorgan gegenüber. Der nasale Streifen ist schwächer als der temporale, findet sich aber auch bis zur ventralen Kante und greift auch auf die nasale Wand hinüber. Der mittlere Streifen ist dorsal nahe der Iris (Textfig. IX) und ventral nahe der Hauptretina (Fig. 15 nre^1) nicht ganz so rudimentär wie im mittleren, größten Teil der medialen Wand (Fig. 15 nre^2). Bei dem jüngeren Exemplar von *A. affinis* ist die Ausbildung der Retina an der medialen Wand noch gleichmäßiger.

Im temporalen Streifen der medialen Wand, also an der Stelle der stärksten Entwicklung bietet die Nebenretina das in Fig. 17 wiedergegebene Bild. Ihre Breite beträgt nur $^1/_{10}$ der Hauptretina (0,016 mm). Die Stäbchen sind kurz (0,008 mm), aber dicker wie die der Hauptretina. Nach der Iris zu und ebenso ventrad nehmen sie an Höhe etwas ab, ihre Zahl wird geringer, sie stehen in weiteren Abständen voneinander, sie sind kurz, plump, unregelmäßig geformt und machen einen ganz rudimentären Eindruck (Fig. 18). Die Kerne der Stäbchenzellen liegen

überall einschichtig. Horizontale Zellen habe ich nirgends in der Nebenretina gefunden. Die bipolaren und amakrinen Kerne bilden zusammen meist nur eine Schicht, nur vereinzelt sind zwei vorhanden. An den Stellen der schwächsten Entwicklung liegen zerstreut einzelne Kerne, von denen man aber nicht entscheiden kann, ob sie bipolaren oder Ganglienzellen oder Stützzellen zugehören. Ebenso läßt sich nicht sicher sagen, ob die amakrinen Zellen in der Nebenretina vorhanden sind, da die Kerne jener einen Schicht keine Anhaltspunkte für eine Unterscheidung von bipolaren und amakrinen Zellen geben. Ganglienzellen sind in den bestentwickelten Teilen vorhanden, hier liegen sie auch etwas dichter. In den übrigen aber finden sich nur vereinzelt Zellen, die man vielleicht als Ganglienzellen beurteilen könnte.

Es bleibt mir noch übrig, kurz die Angaben Leuckart's (1875) zu berücksichtigen. Aus der oben bereits angeführten Bemerkung über die Gestalt des Auges geht hervor, daß er richtig erkannt hat, daß der von Retina freie Teil auf der lateralen Seite viel größer ist als auf der medialen, nur ist die Bezeichnung „Verbindungsstück" nicht richtig, weil dieser Teil bei *Argyropelecus* die Iris ist, die sich ungleichmäßig entwickelt hat. Ferner ist seine Angabe richtig, daß der nicht knorplige Teil der Sclera membranartig dünn ist. Es ist ihm auch die Länge und Dünnheit der Stäbchen, die Lagerung der äußeren Körner in 2 Schichten und der Mangel einer Argentea an der Hinterwand des Auges aufgefallen. Er hat aber nicht die verschiedene Differenzierung der Retina und ebenso nicht die Entstehung der sonderbaren Augenform erkannt.

54. *Dolichopteryx anascopa* A. Br. (Alepocephalidae?).

(Taf. XXXVIII, Fig. 10—13; Taf. XXXIX, Fig. 1—9; Textfig. 4, p. 24 im systemat. Teil.)

Dieser Fisch ist von mir (systemat. Teil, p. 24) den Alepocephaliden zugezählt, aber nur mit Bedenken. Das Auge kann für die Entscheidung der Frage der systematischen Stellung wenig in Betracht kommen, da die Umgestaltung, die es zeigt, im Prinzip auch in andern Familien vorkommt. Einige Züge nähern den Fisch den Gattungen *Winteria* und *Opisthoproctus*, stellen ihn also zu den Salmoniden, andere aber wieder sind ihm eigentümlich oder begegnen uns in ganz andern Familien. Das einzige nur 3,5 cm lange Exemplar, das überhaupt auf der Expedition erbeutet ist, war sehr stark geschunden, glücklicherweise aber waren die Augen fast ganz unversehrt geblieben und überraschend gut erhalten.

Die Augen (Fig. 10, 11) liegen nahe beieinander, ganz dorsad gerichtet, mit den Längsachsen einander parallel gestellt. Das innere, vom Retinapigment umschlossene Auge (Fig. 12) erscheint cylindrisch, es füllt den Bulbus bei weitem nicht aus. Die Pupille liegt ganz dorsal, ebenso die sie ganz ausfüllende große Linse. Die Cornea ist scheinbar nur dorsal entwickelt, hier stark gewölbt, dagegen liegt lateral dem Bulbus ein dicker undurchsichtiger Wulst an, der makroskopisch an die Falte am Auge von *Evermannella* erinnert und den ventralen Teil des Auges verdeckt (Fig. 10, *m*). Nimmt man das Auge aus der Orbita heraus, was ohne Mühe mit einer Nadel gelang, so sieht man, daß der Bulbus in lateraler medialer Richtung zusammengedrückt ist, seine Gestalt mehr vierkantig (Fig. 12) ist, doch sind die dorsalen und ventralen Kanten abgerundet. Die dorsale Hälfte ist viel größer und stärker gewölbt als die ventrale. Die fast cylindrische Form des inneren Auges läßt sich jetzt ganz übersehen, der Boden ist

etwas breiter als die Oeffnung. Sehr überraschend ist ein großer silberglänzender Kegel (*zi*), welcher dem Boden ansitzt. Der Opticus (*op*) tritt excentrisch, in der ventralen Hälfte der medialen Wand in das Auge ein. Von Augenmuskeln habe ich nur zwei Paare auffinden können, auch die Schnitte zeigten nicht mehr. Das eine setzt sich dorsal (*mu*), das andere (*mu*^{1}) ventral am Bulbus an. Einer von jedem Paar entspringt nasal, der andere temporal vom schmalen Interorbitalseptum. Ich möchte sie für die 4 recti halten, doch verstehe ich die Entstehung des Bildes nicht. Mir ist es nicht wahrscheinlich, daß sie das Auge noch zu drehen vermögen. Wie die Schnitte nämlich zeigen, sitzt es fest und ziemlich tief eingekeilt. Jene Schicht, die an die Falte vom *Evermannella*-Auge erinnert, ist nämlich keine Falte, sondern eine dicke Hautschicht (Fig. 1, Taf. XXXIX), welche der lateralen Bulbuswand fest angewachsen ist.

Querschnitte durch den Kopf (Fig. 1) geben die beste Uebersicht über den Bau. Der Scleraknorpel (*kn*) ist verhältnismäßig stark entwickelt. Er stellt einen Reifen dar, der medial bedeutend breiter ist als lateral. Der dorsale Rand liegt auf der medialen Wand viel höher als auf der lateralen. Der mediale Teil ist aber nicht ganz kontinuierlich. Abgesehen von zwei kleineren Lücken, durch welche Blutgefäße in das Innere des Bulbus dringen, ist ein schmaler, aber weit ausgedehnter, in der ventralen Hälfte gelegener Streifen nicht verknorpelt. In ihm liegt die Durchbruchsstelle des Opticus (*op*). Die mediale Knorpelwand zeigt ferner noch zwei starke Ausbuchtungen, die sich über die ganze Wand erstrecken. Die dorsale ist besonders stark. Ich halte sie für normal, denn eine Ausgleichung derselben würde eine ganz unmögliche Höhe der medialen Wand ergeben. Die ventrale Wand des Bulbus ist eine dünne Membran und stark ventrad ausgewölbt. Die Cornea (*c*) ist außerordentlich stark gewölbt, sie überdeckt aber nicht nur die große Linse, sondern erstreckt sich auf der lateralen Seite noch tief bis zum Scleraknorpel hinab. Allerdings ist ihre Struktur im letzteren Teil ein andere. Sie ist nicht eine homogen erscheinende Membran, sondern ihre Fasern liegen unregelmäßig und aufgelockert und außen liegt ihr das schon erwähnte starke Hautpolster an. Dieser Teil ist für das Auge bedeutungslos, da Licht durch ihn nicht eindringen kann.

In der Chorioidea habe ich kein Pigment gefunden, sie besitzt aber ein mächtiges und eigenartig gelagertes Tapetum (*ta*). Das innere cylindrische Auge wird allseitig von einer Schicht von langen faserartigen Zellen mit langgestreckten Kernen umgeben. Sie enden am Ligamentum pectinatum. Ihre Schicht ist auf der lateralen Wand etwas stärker, aber auch hier sind die Fasern ziemlich locker gelagert, und damit mag es wohl zusammenhängen, daß sie bei abgeblendetem Licht keinen Silberglanz zeigen. Sie setzen sich auch auf die ventrale Wand fort, bieten hier aber ein ganz anderes Bild. Ein mächtiger, dickwandiger Kegel (*ta*^{1}) aus gleich gebauten Fasern umfaßt die Wand. Sie strahlen von der Mitte der ventralen Sclerawand aus und enden etwa auf der Höhe der ventralen Pigmentwand der Retina an einem fast horizontal gelagerten Septum, das besonders medial deutlich hervortritt. Nur ein kleiner Teil und zwar der innere geht kontinuierlich in die Schicht über, die die Seitenwände des Auges umschließen. Dieser Kegel glitzert silbern, auch auf den Schnitten ist der Glanz bei abgeblendetem Licht sehr intensiv, so daß in Bezug auf die Richtigkeit der Deutung wohl kein Zweifel aufkommen kann. Dieses mächtige Tapetum kann natürlich nur an der lateralen Wand zur Wirkung kommen, aber auch hier dürfte sie nicht groß sein, weil die vorliegende dicke

Hautschicht wenig durchsichtig sein wird. Das Innere des vom Tapetum gebildeten Trichters ist von Bindegewebe (*bi*), das von Blutgefäßen (*bl*) durchzogen wird, ausgefüllt.

Das innere Auge, das von der Cornea und von der Pigmentschicht der Retina begrenzt wird, ist fast cylindrisch gestaltet, es weitet sich ventrad ein wenig. Der vertikale Durchmesser (von der Cornea bis zur ventralen Pigmentwand) mißt 2 mm, der horizontale, der gleich dem der Pupille ist, 1,1 mm. Die Pupillarränder liegen auf gleicher Höhe. Die mächtige Linse, deren Durchmesser 1,2 mm beträgt, ist weit in die vordere Augenkammer vorgeschoben. Drei Viertel liegen in ihr. Die mediale Wand des Auges ist nach innen offenbar durch einen Druck auf die Linse künstlich eingebuchtet. Die Pigmentschicht (0,012 mm dick) ist überall in völliger Dunkelstellung. Sehr interessante Verhältnisse bietet wieder die Retina dar. Fast die ganze laterale Wand besitzt keine Pars optica, sie muß als Iris betrachtet werden, die in dorsaler Richtung stark ausgewachsen ist. Auch medial und ebenso nasal und temporal ist ein Streifen nahe dem Pupillarrande vorhanden, der nur von indifferentem Epithel innen ausgekleidet ist, und der in die laterale Wand übergeht. Die Iris hat hier eine Reduktion erfahren und ist vertikal aufgefaltet, so daß eine horizontal gelagerte Pigmentplatte, welche die vordere und hintere Augenkammer voneinander trennt, völlig fehlt. Die übrigen Wände werden von der Netzhaut ganz, aber in sehr verschiedener Weise ausgekleidet. Man kann auf Grund der Differenzierung wieder zwei Hauptteile unterscheiden, eine Haupt- und eine Nebenretina. Die erstere (*Re*) nimmt die ganze ventrale Wand ein und erstreckt sich ein wenig auch noch auf die seitlichen. In der Mitte ist die ventrale Wand nach innen etwas vorgewölbt, was wahrscheinlich auf eine Schrumpfung zurückgeführt werden muß. Die Breite der Hauptretina beträgt in der Mitte 2,4 mm; die Stäbchen sind hier 1 mm lang und schmal. Die äußeren Körner liegen in 2—3 Schichten, die horizontalen in 2, die bipolaren und amakrinen in je 4—5 und auch die Zahl der Ganglienzellen ist groß, sie bilden 3 Schichten. Dagegen ist die Nebenretina, welche die mediale, temporale und nasale Wand bedeckt, viel schwächer ausgebildet. Sie (Fig. 1, Taf. XXXIX u. Fig. 14, Faf. XXXVIII, *nre*) ist nur 0,04 mm breit. Die Stäbchen sind nur ein Zehntel so lang (0,01 mm), die äußeren Körner bilden nur 1, die horizontalen fehlen, die übrigen Zellen liegen nur in je einer Schicht, die Ganglienzellen sind durch weite Abstände voneinander getrennt.

Die Nebenretina zeigt an einer Stelle noch eine ganz besondere Differenzierung, welche bei keinem der früher betrachteten, ähnlich gebauten Augen beobachtet wurde. Diese Stelle liegt am dorsalen nasalen Rande der lateralen Wand. Die Pars optica nämlich, die die ganze nasale Wand bedeckt, zieht sich auch noch auf die laterale hinüber, aber nur in einem dünnen Streifen, der rasch niedriger wird und bald endet. Die Fig. 3—9 auf der Taf. XXXIX geben einige Schnitte (Querschnitte durch den Kopf, die das Auge dorso-ventral durchschnitten haben). Infolge der Krümmung der Kante zwischen der nasalen und lateralen Wand haben die ersten Schnitte die Pars optica schief getroffen, erst die letzten Fig. 6—8 haben sie senkrecht durchschnitten. Die fragliche Stelle liegt ein wenig nasal von der Wurzel des Retractor lentis. Die Fig. 1 zeigt ihn (*retr*) angeschnitten, und daher ist die Lage der Stelle leicht festzustellen.

Die erste Fig. 3 zeigt, daß die Nebenretina nicht mehr die ganze Wand bedeckt, sondern nur noch dorsal in einem breiten Streifen vorhanden ist. Dorsal bei *nre* ist infolge einer Falte der nasalen Wand auch noch ein Stück ihrer Nebenretina mit angeschnitten. Die nächsten Figuren 4—8 lassen sofort erkennen, wie der Streifen schmäler wird, und der in Fig. 8 abge-

bildete Schnitt zeigt sein Ende. Weiterhin (Fig. 9) besitzt die laterale Wand das gleiche indifferente Epithel wie ventral von dem Streifen auf den früheren Schnitten (Fig. 5—8). Diese streifenförmige Ausdehnung der Nebenretina ist nicht allein das Absonderliche, sondern sie zeigt noch andere Eigentümlichkeiten. Schon auf dem ersten Schnitt (Fig. 3, *nre*[1]) sieht man, daß die Kontinuität des Retinapigments eine Unterbrechung erfährt. Diese Lücke erhält sich bis zum Ende des Streifens (Fig. 8). Weiter drängt sich der Streifen nach außen hinaus, es bildet sich so, wenn man alle Schnitte kombiniert, eine rinnenförmige Ausbuchtung, die mit Pars optica innen ausgekleidet ist. Sie enthält alle Schichten der Nebenretina, ja sie ist sogar höher differenziert als diese in den andern Gebieten. So liegen die äußeren Körner, die bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen in je 2 Schichten, und auch die horizontalen sind vorhanden. Das Auffallendste an diesem Streifen Nebenretina ist fraglos, daß durch eine fensterartige Lücke in der Pigmentwand Licht zu ihr gelangen kann, außer demjenigen, das durch die Linse geht, und daß dieses zuerst auf die Stäbchen trifft.

Man mag vielleicht denken, daß die beschriebene Bildung auf eine künstliche Verletzung des Auges zurückzuführen sei; ich habe diese Bedenken auch selbst gehabt, ja eine Zeitlang ihr keine Bedeutung beigelegt und sie unbeachtet gelassen. Dann aber habe ich dieselbe Bildung, nur noch stärker ausgebildet, auch noch bei andern Fischen getroffen, die ganz anderen Familien zugehören, und es mußte jeder Zweifel schwinden.

Der Retraktor der Linse tritt (Fig. 2, *retr*, auch Fig. 6—9, *retr*) in der nasalen Hälfte der lateralen Wand hervor und wendet sich dann schräg dorsad an die laterale Wand der Linse. Er besteht aus glatten Muskelfasern, die nur von einer dünnen, nicht kontinuierlichen Pigmentschicht umschlossen sind.

55. *Leptocephalus mirabilis* A. Br. (Anguillulidae).

(Taf. XXXIX, Fig. 22 u. systemat. Teil Taf. IX, Fig. 2, 3.)

Dieser *Leptocephalus* nimmt unter allen bisher bekannten durch den Bau seiner Augen eine Sonderstellung ein. Es sind Teleskopaugen, die schräg dorsad gerichtet sind. Da auch sonst in dieser Familie diese Augenform nicht bekannt war, mußte ihre Untersuchung natürlich von größtem Interesse sein. Leider ist mir das eine Auge, das ich für diesen Zweck bestimmt hatte, beim Einbetten zerdrückt worden, so daß ich nur über das makroskopische Bild berichten kann. Der Bulbus hat die Gestalt einer Tonne mit abgerundetem Boden. Die Oeffnung ist von der halbkugligen Cornea überdeckt. Dieser dorsale Teil ist durch eine Ringfurche vom übrigen abgesetzt. Ob sie mit der Grenze zwischen Sclera und Cornea identisch ist, oder ob die letztere die ganze laterale Wand auch noch einnimmt, läßt sich makroskopisch nicht entscheiden. Das innere Auge ist fast cylindrisch, die Pupille ist schräg gestellt, der mediale Rand liegt viel höher als der laterale. Die 0,5 mm große Linse ist ganz dorsad verschoben und ragt weit in die vordere Kammer vor. Dem Boden ist ein weißlicher Kegel angelagert, der wahrscheinlich wie bei *Dolichopteryx* aus Tapetumfasern bestehen dürfte. Der vertikale Durchmesser des Bulbus beträgt 1,35 mm, der des inneren Auges (von der Cornea bis zur ventralen Pigmentwand gemessen) 1 mm, der horizontale des Bulbus 0,85 mm, der des inneren Auges 0,5 mm.

56. *Opisthoproctus soleatus* Vaill. (Salmonidae).

(Taf. I, Fig. 8—10; Taf. XL, Fig. 6—10; Taf. XLI, Fig. 1—11.)

Auf der Taf. I im systemat. Teil hat Fr. Winter von dieser absonderlichen Fischform ein ganz vorzügliches Bild auf Grund einer farbigen Skizze, die er gleich nach dem Fange auf der Valdivia gemacht hatte, gegeben, besonders die Kopfpartie ist ausgezeichnet zum Ausdruck gekommen. Der Fisch hat zwar so viele Züge, die einem Rätsel aufgeben, es sei nur an die eigentümliche Bauchplatte, die vielleicht eine Art Saugnapf ist, an die Verlagerung des Afters, die Verschiebung der Analflosse, das kleine Maul erinnert, aber der Blick wandert doch immer wieder zum Kopf und besonders zu den mächtigen, eigenartig gestalteten und gelagerten Augen zurück. Die Haut ist von der Schnauze bis zum Anfang des Rückens durchsichtig. Durch sie scheinen wie zwei mächtige, metallisch glänzende, senkrecht gestellte Cylinder die Augen hindurch. Eine ähnlich glänzende, hohe und breite knöcherne Platte liegt jederseits ventral dem Auge an und erscheint wie ein Postament für dieses. Beide Augen sind dorsad gerichtet. Sie stehen dicht nebeneinander, da der Interorbitalraum nur von einem dünnen Septum gebildet wird, und mit ihren Längsachsen einander fast parallel. Der vertikale Durchmesser beträgt 10 mm, der horizontale 6 mm, die 5,3 mm breite Pupille ist von der riesigen Linse, deren Durchmesser 4 mm beträgt, und die fast zur Hälfte in der vorderen Kammer liegt, ganz ausgefüllt. Die Cornea ist über der Linse stark gewölbt und ragt über die Stirn hinaus. Es ist aber schon makroskopisch (vgl. auch Fig. 6 Taf. XL) erkennbar, daß sie nicht nur im Bereich der Pupille vorhanden ist, sondern auch noch die ganze laterale und zum Teil auch die nasale Wand des Bulbus einnimmt. Das innere Auge ist ein Hohlcylinder, der ventrad sich ein wenig verbreitert. Vom Pupillarrande bis zum Boden, der etwas ausgewölbt ist, gemessen ist er 6,6 mm hoch und so breit wie die Pupille. Der Pupillarrand ist auf der nasalen Seite ein wenig eingekerbt, sonst gleichmäßig hoch. An dieser findet sich dorsal, mehr medial noch eine eigentümliche Bildung (Fig. 6). Winter hat sie auf seiner Figur bereits gezeichnet, bevor ich das Auge untersucht hatte und wußte, was sie bedeutete. Es geht daraus hervor, wie deutlich sie sich abhebt. Es sieht aus, als ob hier die Pigmentwand etwas verletzt wäre. Bei genauer Betrachtung sieht man, daß ein Stück der Pigmentwand nach außen sich vorwölbt, gleichsam ein halboffenstehendes Fensterchen geschaffen ist. Es ist so gelegen, daß Licht von der Seite her in das Auge hier eindringen kann.

Auf der medialen Wand des Bulbus konnte ich an dem rechten Auge (Fig. 7), das ich herauspräpariert hatte, vier sehr schwach entwickelte Muskeln erkennen, deren Lage sehr unregelmäßig ist. Der eine liegt dorsal in der Mitte, der zweite etwas unter ihm, der dritte etwa in der Mitte der Wand und der vierte temporal fast auf derselben Höhe wie der dritte. Die Entwicklung ist im Vergleich zum riesigen Auge so schwach, daß man sie nur als verkümmert beurteilen kann. Welchen Muskeln sie entsprechen, wage ich nach der Untersuchung dieses einzigen Auges nicht zu entscheiden.

Betrachten wir jetzt den Bau des Auges, wie ihn Schnitte, die in verschiedenen Richtungen geführt sind, enthüllen. Wie die Fig. 8 zeigt, ist die mediale Wand etwas eingeknickt, was auf eine leichte Schrumpfung zurückzuführen ist; sonst ist das Auge durch Formalin gut konserviert.

Die Fig. 8 führt einen Querschnitt durch den Kopf vor, zeigt also vom Auge außer dem Boden die laterale und mediale Wand. Da der Retraktor der Linse (*retr*) wie stets schief gestellt ist, mithin nicht auf einem Schnitt in der ganzen Länge getroffen werden kann, habe ich, um ein vollständiges Bild von ihm zu geben, mehrere Schnitte kombiniert. Im übrigen gibt die Figur nur einen Schnitt wieder. Auch die Gestalt des Bulbus ist cylindrisch. Die dünne Cornea (*c*) ist dorsal halbkugelförmig, lateral und nasal ist sie dagegen wenig gewölbt, fast vertikal gestellt. Ihre Struktur ist überall dieselbe, sie erscheint als eine homogene Membran. Der Scleraknorpel (*kn*) ist in der dorsalen Partie der medialen Wand breiter als in der ventralen Wand, außerdem aber findet sich noch ein breiter Knorpelstreifen im ventralen Teil der medialen Wand, der auch noch auf die ventrale etwas übergreift. Durch die knorpelfreie Lücke nahe der ventralen Kante dringt schräg absteigend der Opticus ein (*op*). Die Blutgefäße der Chorioidea (*bl*) sind besonders ventral und lateral reichlich vorhanden und bilden hier größere Plexus. Das Chorioideapigment ist allseitig vorhanden, bildet aber nur eine dünne Schicht. Eine Iris als horizontale Scheidewand zwischen der vordern und hintern Augenkammer fehlt ganz. Die Seitenwände des inneren Auges sind vertikal gerichtet und ganz aufgefaltet. Bezeichnet man aber als Iris den von nervösen Elementen freien Teil, so ist sie lateral (*i*) sehr stark ausgebildet, denn sie nimmt dann die ganze Wand ein. Auch die nasale ist fast ganz frei von Retina. Dagegen ist die Iris sehr schmal an der medialen und temporalen Wand (Fig. 8). Aus der lateralen Wand tritt dorsal, mehr nasal als temporal, der Retraktor der Linse (*retr*) mit dünnem Stiel hervor, er schwillt bald zipfelförmig an und enthält hier in einer Pigmenthülle glatte Muskelfasern. Er wendet sich dann schräg dorsad gegen die Linse und setzt sich an ihrer lateralen Wand mit einer dünnen Sehne fest.

Die Retina zeigt eine sehr ungleichmäßige Entwicklung. Sie hat die größte Breite in der ventralen Wand (*Re*, Fig. 8 u. 9) und hier ist sie wieder in der Mitte breiter als an den Seiten. Diesen Teil bezeichne ich als Hauptretina. Ihre Breite beträgt 0,22 mm. Es sind nur Stäbchen vorhanden, sie sind 0,096 mm lang. Die Kerne der Stäbchenzellen liegen in 8 Schichten, die horizontalen Zellen in 1—2, die bipolaren und amakrinen in je 2—3 und die Ganglienzellen in 1—2. Die übrige Retina, die ich als Nebenretina bezeichne (*nre*, Fig. 8 u. 10), bedeckt die ganze mediale und temporale Wand und einen sehr kleinen der nasalen. Sie ist überall viel schwächer entwickelt als die Hauptretina, aber in der dorsalen Hälfte der beiden ersten Wände stärker als in der ventralen. Dorsal sind die Stäbchen nur ein Viertel so lang wie in der Hauptretina und nur wenig dicker. Die verschiedenen Zellen liegen jede nur in einer einzigen Schicht, dabei finden sich zwischen den Kernen der bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen weite Zwischenräume. Ein anderer wichtiger Unterschied zwischen der Haupt- und Nebenretina ist der verschieden große Abstand vom Linsencentrum. Die letztere liegt der Linse fast direkt an, dagegen beträgt er für die Stäbchen der Hauptretina 7,5 mm oder sein Verhältnis zum Linsenradius 1 : 2,5.

Eine ganz besondere Differenzierung zeigt die Nebenretina an der nasalen Wand, nämlich an der Stelle, die schon äußerlich als ein halb geöffnetes Fensterchen in der Pigmentwand auffiel. Am besten werden wir über ihre Lage und ihren Bau klar werden, wenn wir eine Reihe von Sagittalschnitten betrachten, die uns also die nasale Wand zeigen, und hierbei von der medialen Kante ausgehen. Die Fig. 1, Taf. XLI zeigt einen Schnitt, der ziemlich nahe dieser Kante die

nasale Wand getroffen hat. Wir sehen, daß die Nebenretina (*nre*[1]) hier nicht mehr wie sonst an der medialen Wand die ganze Wand überzieht, sondern nur noch ihre dorsale Hälfte. In der ventralen sind weder Stäbchen noch bipolare noch Ganglienzellen, sondern nur ein indifferentes Epithel wie an der lateralen Wand. Der Scleraknorpel (*kn*) erstreckt sich über die ganze Wand. Die Nebenretina ist stärker entwickelt als irgendwo sonst. Gehen wir die Serie in der Richtung gegen die laterale Wand weiter durch, so ändert sich das Bild in folgender Weise (Fig. 2—11). Die Nebenretina (*nre*[1]) verliert allmählich an Ausdehnung, aber behält die hohe Differenzierung bei. Weiter aber rückt dieser Teil der nasalen Wand, dem die Nebenretina anliegt, mehr und mehr aus dem Verbande heraus, er sackt sich rinnenartig nach außen vor. Das Lumen des Sackes bleibt anfangs noch in breiter Verbindung mit dem Augeninnern, dann aber wird sie enger. Zugleich verliert die Nebenretina an Breite und hört dann bald ganz auf (Fig. 8, 9). Dann verstreicht auch die Lücke in der Wand wieder, und von hier ab findet sich laterad an der ganzen nasalen Wand nur indifferentes Epithel. Mit dieser Ausbuchtung ist aber noch ein anderer wichtiger Vorgang verbunden. Das Retina- (*rep*) und das Chorioideapigment (*chp*) erfahren im ventralen Drittel eine Unterbrechung, so daß hier das bezeichnete Fenster entsteht, durch welches Licht schräg von vorn und von der Seite in das Auge eindringen kann, ohne die Pupille zu passieren. Dieses Licht muß zuerst auf die Stäbchen treffen und zuletzt auf die Ganglienzellen, also gerade umgekehrt wie im typischen Auge. Wie die bei stärkerer Vergrößerung gezeichnete Fig. 10 zeigt, ist die Nebenretina an dieser Stelle viel besser entwickelt als sonst. Man vergleiche nur die Fig. 4, *nre* und *nre*[1]. Die Stäbchen sind länger, die äußeren Körner bilden 2—3 Schichten, die übrigen Zellen je eine, liegen aber viel dichter als sonst. Es kann keine Frage sein, daß dieser Teil der Nebenretina noch völlig leistungsfähig ist.

Endlich ist noch bemerkenswert das Verhalten des Scleraknorpels. Wie schon erwähnt wurde, ist er nahe der medialen Kante über die ganze Höhe der nasalen Wand entwickelt, dann aber erleidet er eine Unterbrechung, die immer größer wird, je weiter wir laterad die Serie durchgehen. Der dorsale Teil bleibt aber so lange erhalten (Fig. 1—10), als die ausgebuchtete Nebenretina reicht. Mit ihrem Ende (Fig. 11) endet auch der Knorpel, er findet sich dann nur noch im ventralen Teil der Wand. Diese streifenartige Fortsetzung des Knorpels scheint in engster Beziehung zur Nebenretina zu stehen, nämlich eine Art Schutzmantel zu bilden.

57. *Winteria telescopa* A. Br. (Salmonidae).

(Taf. I, Fig. 4, 5; Taf. XLI, Fig. 12—17; Taf. XLII, Fig. 1—17.)

Ein Gegenstück zu *Opisthoproctus* bildet die ihr verwandte Gattung *Winteria;* hier zeigt das Auge prinzipiell gleiche Umgestaltungen, aber es ist nicht dorsad, sondern rostrad gerichtet. Ich verweise auch hier zunächst auf die schönen Abbildungen Winters (Taf. I, Fig. 4, 5), welchen sorgfältige Skizzen vor der Konservierung des Fisches zu Grunde liegen, die später in Einzelheiten nach der genaueren Untersuchung ergänzt sind. Die Augen liegen dicht nebeneinander, nur durch ein schmales Septum getrennt, ihre Längsachsen stehen einander parallel. Da die Cornea nicht nur dorsal und nasal das Auge überwölbt, sondern auch die ganze laterale Seite einnimmt, so geht daraus schon hervor, daß der Bulbus wie gewöhnlich fast ganz seitlich gelegen ist. Dagegen hat das innere Auge scheinbar eine Drehung um 90° durchgemacht. Denn

es ist nach vorn, ein wenig aufwärts gerichtet. Die beiden Augen erinnern durch ihre Lage und Form ganz auffallend an ein Fernglas, weshalb Chun ihnen auch die Bezeichnung „Teleskopaugen" gegeben hat. Wie die Figur zeigt, ist auch bei *Winteria* die ganze Schnauze und Stirn durchsichtig. Die Linse ist groß und ragt weit aus dem Innern hervor. Eine Besonderheit, die sogleich beim Anblick auffällt, liegt vorn ventral am Auge (vgl. auch Fig. 12a, Taf. XLI). Man glaubt zunächst, daß hier ein nach hinten geöffnetes, vorn und seitlich pigmentiertes Leuchtorgan liege; umsomehr denkt man an ein nicht zum Auge gehöriges Gebilde, als es über den Pupillarrand vorgeschoben erscheint. Wohl niemand dürfte bei der makroskopischen Betrachtung auf den Gedanken kommen, daß dieses vermeintliche Leuchtorgan nichts anderes ist als ein eigentümlich verlagertes Stück Retina.

Auch hier hat mir Herr Prof. Chun erlaubt, ein Auge für eine nähere Untersuchung herauszunehmen, obwohl diese neue Gattung nur in einem einzigen, 11,25 cm langen Exemplar vorhanden ist. Die Skizzen (Fig. 12a, 12b), die ich von dem herauspräparierten Auge machte, ergänzen noch etwas die Figuren Winters. Der größte Durchmesser des Bulbus ist 1,6 cm lang, der kleinste, hier der lateral-mediale 1 cm, der ventrale-dorsale ist etwas größer, nämlich 1,1 cm. Gegen den Boden, also gegen die temporale Wand, wird das Auge etwas breiter. Der Boden ist etwas ausgewölbt. Die Cornea ist über der Pupille, die so breit ist wie der Querdurchmesser des Auges, halbkugelförmig gewölbt, an den Seiten ganz flach. Der Pupillarrand ist schief gestellt, ventral reicht er weiter nasad als dorsal, weiter hat der dorsale Teil einen wenig tiefen Ausschnitt. Der Nerv (*op*) dringt an der Kante der medialen und temporalen Wand ein. Ich habe nur vier Muskeln (Fig. 12b) gesehen. Alle liegen an der medialen Wand, zwei dorsal auf gleicher Höhe, der dritte nahe der Eintrittsstelle des Opticus, der vierte nahe dem ventralen Rand in der hinteren Hälfte. Eine Deutung versuche ich auch hier nicht, da ich die Verlagerung nicht verstehe. Wegen ihrer geringen Ausbildung und weil die feste Lage des Auges kaum eine Bewegung gestatten dürfte, halte ich sie für verkümmert.

Die Konservierung des Auges war nicht so günstig wie bei *Opisthoproctus;* so waren die Wände stärker gefaltet, und auch die histologische Differenzierung der Schichten der Netzhaut war weniger klar. Die Cornea (Fig. 16, *c*) ist sehr dünn, wie eine homogene Membran in ihrer ganzen Ausdehnung erscheinend. Der Scleraknorpel (*kn*) ist stark entwickelt, besonders an der medialen, dorsalen und ventralen Wand, greift aber auch etwas auf die temporale über. Er besitzt mehrere größere Lücken, in denen die Sclera nur eine dünne Membran darstellt.

Durch die Lücke, die zwischen dem medialen und temporalen Knorpel gelegen ist, dringt (Fig. 17, Taf. XLII, *op*) ventral der Opticus ein. Die Iris und Pupille zeigen ganz ähnliche Verhältnisse wie bei *Opisthoproctus*, nur müssen hier infolge der anderen Lage des Auges die Wände anders bezeichnet werden. Hier fehlt die nasale Wand, sie ist von der Pupille eingenommen, dagegen ist hier die dorsale geschlossen. Die laterale (Fig. 15, Taf. XLII) ist fast ganz frei von nervösen Zellen. Rechnet man sie als Iris, so hat diese hier eine sehr große Ausdehnung, dagegen ist sie an den übrigen Wänden sehr schmal, aber nirgends nach innen eingefaltet. Die Linse hat einen Durchmesser von 6 mm, sie füllt die Pupille ganz aus. In den Figuren ist dieses infolge einer Schrumpfung nicht der Fall.

Ein Tapetum ist nicht vorhanden. Der Retraktor der Linse tritt nahe der lateralen ventralen Kante etwa auf der Grenze des ersten und zweiten Drittels (von der Pupille aus

gerechnet) hervor, schwillt bald zu einem langen spindelförmigen Gebilde an, das wenig pigmentiert ist und zieht nasad ein wenig schräg an die laterale Wand der Linse.

Die Retina ist auch hier in eine Haupt- und eine Nebenretina gesondert. Die erstere (*Re*) nimmt den Augengrund, also die temporale Wand ein, die letztere (*nre*) bekleidet die übrigen Wände, soweit sie nicht als sogen. Iris von einem indifferenten Epithel bedeckt sind. Das Pigmentblatt ist dünn, das Pigment schwarz und überall in Dunkelstellung.

In den Fig. 13 und 14 auf Taf. XLI habe ich die Haupt- und Nebenretina bei stärkerer Vergrößerung wiedergegeben. Wenn auch die Figur der ersteren (Fig. 13) nicht ganz genau ist, weil die Schichten im Präparat gelockert und von mir in der Figur zusammengeschoben sind, so ist der große Unterschied zwischen beiden, wie ihn die Figuren zeigen, doch sicher vorhanden. Die Hauptretina ist 0,18 mm breit, die Stäbchen 0,1 mm lang, dagegen in der Nebenretina (Fig. 14, die sie von der ventralen Wand zeigt), sind sie nur $^1/_3$ so lang und stehen wenig dicht. In der Hauptretina bilden die äußeren Körner 4—5 Schichten, in der Nebenretina nur eine, und auch diese ist locker gefügt. Aehnliche Unterschiede zeigen die anderen Zellen. In der ersteren bilden die bipolaren, amakrinen und die Ganglienzellen je eine Schicht. Horizontale Zellen habe ich nicht gefunden. In der Nebenretina ist außer der einen Schicht der äußeren Körner nur noch eine vorhanden, deren Kerne ihrem Aussehen nach am ehesten Ganglienzellen zuzurechnen wären, doch ist die Bestimmung sehr unsicher.

Der Abstand der Hauptretina vom Linsencentrum beträgt 7,5 mm, sein Verhältnis zum Linsenradius 1 : 2,5. Der Abstand der Nebenretina ist natürlich verschieden in den verschiedenen Teilen.

Das Interessanteste bietet wieder eine besonders differenzierte Partie der Nebenretina. Es ist jene Partie, die bei äußerer Betrachtung schon die Aufmerksamkeit auf sich lenkt und vorn unten nahe der Kante der ventralen und lateralen Wand gelegen ist. Um über sie Klarheit zu erhalten, habe ich das Auge etwas schief dorsoventral durchschnitten. Die Fig. 16 auf Taf. XLI zeigt die ventrale Wand nahe der lateralen Kante. Die Nebenretina (*nre*), die sonst diese Wand bis zur Hauptretina (*Re*) bedeckt, reicht hier nicht mehr so weit nach hinten, so daß zwischen ihr und der Hauptretina eine Lücke entsteht, die von indifferentem Epithel bekleidet ist. Etwas weiter laterad (Fig. 17) wird ihr Gebiet rasch schmäler und zugleich buchtet sich diese Partie nach außen vor. Diese Breite behält sie lange bei, um dann zu verschwinden (Fig. 1—15, Taf. XLII). Die Ausbuchtung nimmt zu, sie wird sackartig und löst sich bald ganz aus dem Verbande der Wand heraus, kommt also außerhalb des Auges zu liegen (Fig. 8, 9). Kombiniert man die Schnitte, so stellt die Partie eine rinnenförmige Ausbuchtung dar, die an ihrem Anfang in der lateralen Wand liegt, an ihrem Ende aber ganz außerhalb derselben. Ein Teil der nasal von ihr gelegenen Iris geht mit in diese abgesonderte Partie über, dagegen rückt der temporal von ihr gelegene Iristeil (*i*) immer mehr nasad vor, je mehr die Ausbuchtung an Größe gewinnt, und hilft so die Kommunikation der Rinne mit dem Augeninnern schließen. Zuletzt vereinigen sich der nasale und temporale Teil der Iris wieder, und dann liegt die ausgebuchtete Partie auf den Schnitten völlig isoliert außerhalb des Auges. Weiterhin besitzt die laterale Wand keine Nebenretina mehr.

An dem abgeschnürten Teil treten aber noch andere wichtige Veränderungen ein. In der hinteren Hälfte verschwindet das Retinapigment mehr und mehr, so daß, da seitlich kein

Pigment mehr den Weg versperrt, Licht von hinten her eindringen kann und natürlich zuerst auf die Stäbchen treffen muß. Die hintere Wand der Ausbuchtung hängt nur durch eine dünne Membran (*m*, Fig. 16) noch mit der lateralen Wand zusammen, später, wenn sie ganz abgeschlossen ist, löst sich auch diese Membran und bildet die dorsale Wand des Sackes. Wie die Fig. 15, Taf. XLI und Fig. 16, Taf. XLII erkennen lassen, ist die Nebenretina in dieser Partie sehr wohl differenziert, besser als an den übrigen Stellen. Die Stäbchen sind zwar fast gleich groß und ihre Zellen bilden auch nur eine Schicht, aber sie stehen dichter. Weiter bilden die bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen je eine, allerdings wenig dicht gefügte Schicht. Im nasalen Winkel erscheinen die Schichten breiter, doch dürfte dieses durch eine etwas schiefe Schnittrichtung veranlaßt sein. Das Chorioideapigment (*chp*) ist an dem ausgebuchteten Teil ebenfalls entwickelt, doch nur so weit als auch das Retinapigment (*rep*) vorhanden ist.

Die Bedeutung dieser Bildung geht auch noch aus dem Schutzmantel hervor, den der Scleraknorpel (*kn*) bildet. Dieser umschließt sie ganz, ja er buchtet sich mit aus (Fig. 15), umhüllt sie ganz, so daß dieser Teil der Nebenretina ein festgewandetes Lager erhält.

58. *Gigantura indica* A. Br. (Giganturidae).

(Taf. XLII, Fig. 18—21; Taf. XLIII, Fig. 1—9.)

An demselben Tage, an welchem *Winteria* auf der Valdivia-Expedition gefangen wurde, brachte das Vertikalnetz auch die nicht minder interessante Form *Gigantura*, welche, obwohl sie einer ganz entferntstehenden Familie zugehört, doch ganz ähnlich gebaute Augen besitzt. Wie die prächtigen Figuren Winters auf der Taf. I zeigen, liegen sie auch hier nach vorn gerichtet, aber fast horizontal. Die Hauptachsen sind fast einander parallel. Der Interorbitalraum erscheint außen etwas größer, aber in der Tiefe sind die Augen nur durch ein schmales Septum getrennt. Sie erscheinen viel fester in den Kopf eingekeilt als bei *Winteria*, die Cornea bedeckt nur die nasale Fläche, an der die Pupille und Linse gelegen ist, dagegen ist die dorsale wie die ventrale fast ganz von Knorpel gebildet, und auch die laterale ist zu zwei Dritteln knorplig; nur das nasale Drittel zeigt die Struktur der Cornea.

Da später im Indischen Ozean noch zwei kleinere Exemplare, die zwar einer andern Art zugehören, aber in Bezug auf die Augen, soweit sich makroskopisch angeben läßt, keine Unterschiede zeigen, so habe ich für die Untersuchung das eine von diesen, das am Rumpf sehr stark zerrissen war, gewählt. Es war 5,5 cm lang, die lange Schwanzflosse natürlich nicht mitgerechnet. Der Bulbus hat annähernd die Gestalt eines abgestumpften Hohlkegels, dessen Oeffnung von dem halbkuglig gewölbten nasalen Teil der Cornea verschlossen wird. Der größte Durchmesser (von der Cornea bis zur Sclera) beträgt 2,8 mm, der kleinere Querdurchmesser 1,6 mm in der Mitte, 2,1 mm am Grunde. Die Pupille liegt nicht ganz senkrecht zur Längsachse des Körpers, sondern der laterale Rand reicht nicht so weit nasad als der mediale und deshalb liegt auch die 1,25 mm große Linse, die die Pupille ganz ausfüllt, nicht ganz genau in der Hauptachse des Auges, sondern ist etwas laterad vorgewölbt. Es sind sechs Muskeln vorhanden. Zwei entspringen vom nasalen Teil des Interorbitalseptums und setzen sich dorsal und ventral, schräg verlaufend, an der medialen Wand und zwar etwa in ihrer Mitte fest. Sie dürften den M. obliqui entsprechen. Drei andere entspringen von der caudalen Hälfte der Orbita,

zwei von ihnen setzten sich nahe dem caudalen Rande des Bulbus, aber auch an der medialen Wand fest, der dritte weiter vorn in ihrer Mitte. Ein sechster lag noch weiter vorn, doch schien er abgerissen zu sein und bot mir kein klares Bild. Diese vier dürften die M. recti sein. Daß die Muskeln noch irgendwelche Bedeutung haben, halte ich schon wegen der festen Einkeilung der Augen für ausgeschlossen.

Als ich das eine Auge freilegte, fiel mir in der ventralen Wand, fast in der Mitte, aber mehr lateral, eine kleine nicht pigmentierte Stelle auf. Ich hielt sie für eine kleine Verletzung der Pigmentwand, obwohl mir ihre Entstehung unklar war, weil die Sclera hier kein Loch zeigte. Da ich damals die eigentümlichen Differenzierungen der Nebenretina bei *Winteria*, *Opisthoproctus*, *Dissomma* und *Dolichopteryx* noch nicht kannte, habe ich ihr keine Bedeutung gegeben und sie auch nicht in einer Zeichnung festgelegt. Auch bei der ersten Untersuchung (1901) habe ich nicht alle Besonderheiten erkannt und richtig gedeutet, was darin begründet war, daß mir manche so rätselhaft schienen, daß ich Verdrückungen der betreffenden Partie glaubte annehmen zu müssen.

In der Sclera (Fig. 2, Taf. XLIII *kn*, *kn*[1]) ist der Knorpel sehr stark entwickelt. Er nimmt die ganze dorsale und ventrale Wand des Bulbus ein, in der medialen reicht er nicht ganz bis zur temporalen, in der lateralen dagegen reicht er nicht ganz bis zur Vertikale des Pupillarrandes, greift dafür aber noch etwas auf die temporale über, in der sonst Knorpel nicht vorhanden ist. Die Cornea ist ziemlich dick, homogen; außer der Cornea propria scheint auch ein dünner Ueberzug von Corium vorhanden zu sein, doch war dieser Teil nicht ganz klar.

Das Chorioideapigment (*chp*) ist wohl entwickelt; ein Tapetum habe ich nicht gefunden.

Das innere, vom Retinapigment umschlossene Auge hat ebenfalls die Gestalt eines abgestumpften Hohlkegels. Von der Cornea bis zur Pigmentwand des Bodens beträgt die Entfernung 2,6 mm. Die Pupille ist 1,4 mm breit, der Boden, welcher etwas gewölbt ist, hat einen Durchmesser von 2,06 mm. Der Pupillarrand ist an keiner Stelle stärker eingefaltet, nur an der ventralen Seite ist es ein wenig der Fall (Fig. 3, Taf. XLIII), eine horizontale Scheidewand zwischen der vordern und hintern Augenkammer fehlt also fast völlig. Die Innenwände des Hohlkegels sind in ganz verschiedener Weise differenziert. Der Boden wird ganz von der Retina ausgekleidet, diesen Teil bezeichne ich wegen seiner hohen Ausbildung als Hauptretina (*Re*). Alle anderen Teile fasse ich als Nebenretina (*nre*) zusammen. Sie findet sich aber nicht an allen Seitenwänden. Die mediale wird außer einem kleinen der Pupille anliegenden Streifen ganz von ihr bedeckt. Die laterale dagegen bleibt ganz frei, sie hat nur indifferentes Epithel. In der dorsalen Wand ist nur in der vordern nasalen Hälfte (Fig. 2) und auch hier nur im medialen Teil Netzhaut vorhanden. Die ventrale Wand hat nur im ganzen medialen Drittel nervöse Zellen, sonst indifferente.

Die Hauptretina ist gleichmäßig ausgebildet; nach den Seiten nimmt sie zwar allmählich an Höhe ab, aber die mittlere Partie zeigt keine besondere Differenzierung. Ihre Breite beträgt (ohne das Pigmentblatt, dessen Dicke 0,006 mm beträgt) 0,16 mm. Die Stäbchen — Zapfen fehlen — liegen ganz frei, sie sind 0,03 mm lang. Die äußeren Körner sind in drei Schichten angeordnet, die horizontalen Zellen in einer, die bipolaren und amakrinen in je vier und die Ganglienzellen in drei bis vier. Die Kerne der amakrinen sind heller gefärbt als die der bipolaren Zellen.

Die Nebenretina zeigt eine verschieden starke Ausbildung, aber überall eine viel schwächere als die Hauptretina. Am besten ist sie, abgesehen von einer gleich näher zu besprechenden Stelle, nahe dem Pupillarrande (Fig. 9 *nre*) entwickelt. Hier beträgt ihre Breite 0,035 mm. Ihre Stäbchen sind nur 0,012 mm lang. Die Kerne der verschiedenen Zellen liegen nur in einer Schicht, dabei aber die der Ganglienzellen in weiten Abständen. Ob amakrine Zellen vorhanden sind, ist mir nicht ganz sicher. Horizontale fehlen jedenfalls. Weiter gegen den Augengrund zu nimmt die Breite der Nebenretina rasch ab. In der Mitte der Wände ist sie nur 0,012 mm breit, die Stäbchen sind noch ziemlich lang, 0,006 mm, aber sie liegen in Abständen, bipolare und Ganglienzellen finden sich nur vereinzelt, so daß die Netzhaut hier einen verkümmerten Eindruck macht. Der Opticus (*op*) dringt an der Kante der medialen caudalen Wand ein, wie es die Fig. 9 vom linken Auge darstellt. Die Nebenretina ist hier infolge einer Schrumpfung abgehoben.

Die Fig. 19—21 Taf. XLII und Fig. 1—8 Taf. XLIII stellen Schnitte aus einer Serie dar, die zur Erläuterung einer besonderen Differenzierung der Nebenretina dienen sollen. Untersucht man Sagittalschnitte durch den Kopf, die vom Auge (hier vom rechten) also die dorsale und ventrale Wand treffen, und geht hierbei von der medialen Seite aus gegen die laterale vor, so findet man zunächst, daß die Nebenretina die ganze ventrale Wand bedeckt. Sobald man aber über ein Drittel der Wand hinaus ist, ändert sich das Bild. Im temporalen Teil verschwindet sehr rasch die Nebenretina (Fig. 19, *nre*) und bald auch im nasalen (Fig. 20, 21) bis auf einen schmalen Streifen, der in der Mitte der Wand gelegen ist. Dieser wird weiter laterad noch schmäler (Fig. 1—8, Taf. XLIII), zugleich aber tritt eine auffallende Erscheinung ein. Am temporalen Ende dieses Streifens erfolgt eine Trennung der Pigmentwand, indem die nasale Hälfte nach außen sich vordrängt und nur durch ein Band von indifferentem Epithel mit der temporalen verbunden bleibt. Diese Hinausverlagerung wird immer stärker, das Band immer dünner. Alsdann wächst die temporale Hälfte wieder nasad vor und, wie die Fig. 3—5, Taf. XLIII zeigen, verbindet sie sich wieder mit der nasalen nicht ausgebuchteten Partie, so daß die Wand wieder geschlossen ist. Bevor sie sich vereinigen, tritt der Retraktor der Linse (Fig. 3, *retr*) aus der Wand und täuscht eine plötzlich rasche Verlängerung der temporalen Hälfte vor. Das Retinapigment (*rep*), das dem ausgebuchteten Teile der Nebenretina anliegt, verliert sich mehr und mehr, ebenso schwindet an der Außenseite dieser Stelle auch das Chorioideapigment (*chp*), so daß diese schließlich zwischen Sclera und Chorioidea liegt (Fig. 7, 8). Je weiter die Abschnürung vorschreitet, um so höher differenziert sich dieselbe. Diese Partie wird nicht nur umfangreicher, sondern auch die Stäbchen nehmen an Zahl und Länge zu, und, wenn auch die Schnitte sie etwas schief getroffen haben, so ist doch so viel klar, daß auch die bipolaren und Ganglienzellen zahlreicher sind als in den übrigen Teilen der Nebenretina. Wir haben hier offenbar eine ganz gleichwertige Bildung vor uns wie bei *Winteria* und *Opisthoproctus*, aber die Lage ist eine ganz andere. Licht könnte nur von unten seitlich durch die Haut oder von der Mundhöhle her zu dieser Stelle gelangen. Ich bemerke noch, daß diese Stelle der schon makroskopisch erkannten, oben erwähnten nicht pigmentierten der ventralen Wand entspricht.

Der Retraktor der Linse entspringt, wie schon erwähnt wurde, nahe dieser Stelle aus der ventralen Wand, wendet sich dann fast horizontal liegend nasad und setzt sich vorn lateral an der Linse fest.

59. *Dissomma anale* A. BR. (Scopelidae).

(Taf. X, Fig. 1, 2; Taf. XXXIX, Fig. 10—21; Taf. XL, Fig. 1—5.)

Daß ich das Auge von *Dissomma* als letztes behandle, hat nicht seinen Grund darin, daß es unter den Teleskopaugen die höchste Stufe der Differenzierung einnimmt, sondern es geschieht deshalb, weil es die größte Kompliziertheit aufweist, neben Eigentümlichkeiten, die uns auch schon bei den Augen anderer Fische begegnet sind, auch noch andere, bisher nicht beobachtete besitzt.

Auf der Taf. X sind in den Fig. 1 und 2 ein junges und älteres Tier dargestellt. Das letztere ist zwar auch noch nicht erwachsen, d. h. geschlechtsreif, vielleicht noch nicht einmal ausgefärbt, aber das Auge dürfte doch schon seine definitive Gestalt erreicht haben, und auch die weitere feinere Differenzierung, wenn eine solche überhaupt noch stattfindet, dürfte nur in einer etwas schärferen Ausbildung der bereits vorhandenen Charaktere bestehen. Außer den abgebildeten Stadien standen mir noch zwei andere für eine genauere Untersuchung zur Verfügung.

Bei dem jüngsten, nur 0,7 cm langen Tier hat das Auge (Fig. 10, 11, Taf. XXXIX) ellipsoidische Form, es ist viel schmäler als breit. In der Mitte sitzt die große Linse. Am ventralen Ende, auf der medialen Seite, sitzt noch ein schwarzer kegelförmiger Fortsatz. Die mikroskopische Untersuchung von Querschnitten durch den Kopf (Fig. 18) lehrt, daß dieser Fortsatz (*chp*) vom Chorioideapigment umschlossen ist, also noch innerhalb des Bulbus liegt. Das eigentliche vom Retinapigment umschlossene Auge läßt ventral noch einen Raum frei, die Cornea aber ist über die ganze laterale Fläche entwickelt. Das Retinapigment zeigt Lichtstellung. Die Netzhaut selbst bedeckt gleichmäßig die Innenwand, es sind nur Stäbchen vorhanden. Die Iris ist dorsal und ventral gleich breit, die Linse liegt central. Ein Horizontalschnitt durch den Kopf (Fig. 19) zeigt nicht nur die geringe Breite des Bulbus, sondern weiter noch, daß die Iris (*i*) nasal und temporal eine vertikale Wand bildet, und die Pupille so breit ist wie das Auge.

An dem nächstälteren Stadium (Fig. 12—14) erscheinen makroskopisch die Verhältnisse wenig verändert. Abgesehen davon, daß das Auge größer geworden ist, fällt auf, daß die Linse etwas dorsad verschoben ist und damit die ventrale Hälfte der Iris länger, die dorsale kürzer geworden ist. Bei seitlicher Betrachtung (Fig. 14) bemerkt man ferner, daß die dorsale Hälfte des Auges spitzer und schmäler ist und etwas mediad zurückgeschoben ist, die ventrale dagegen bauchiger, unten mehr abgerundet ist. Der ventrale pigmentierte Fortsatz erscheint kleiner und hackenartig gebogen. Die Schnitte (Fig. 20, 21) offenbaren andere wichtige Veränderungen, die für die Auffassung des fertigen Auges von großer Bedeutung sind. Im ventralen Pigmentzipfel liegt der große Chorioidealplexus (*bv*), ferner ist er umhüllt von einem Kegel von Tapetumfasern (*ta*). Sie ziehen lateral bis zum Pupillarrand hinauf, an der Hinterwand fast bis zur Spitze des Auges. Auch die laterale Wand der dorsalen Hälfte der Iris ist von einer Schicht dieser Fasern bedeckt. Im ganzen aber ist das Tapetum dorsal viel geringer entwickelt als ventral. Die Cornea erstreckt sich noch von der ventralen bis zur dorsalen Wand, sie ist aber im Bereich der Linse viel stärker gewölbt. Das Ligamentum pectinatum (*lip*) ist bis zur Höhe des ventralen Pupillarrandes dorsad verschoben. Ventral von ihm, durch eine Membran gegen die

Tapetumfasern abgegrenzt liegt eine Schicht matter spindelförmiger Zellen (*mu*) der Cornea an, die ventral von dieser ausgehen und am Ligamentum pectinatum sich festsetzen. Daß die Iris dorsal schwächer als ventral und ein wenig mediad verschoben ist, wurde schon erwähnt. Die Linse, deren Größe makroskopisch schon auffällt, erscheint außerordentlich weit in die vordere Augenkammer verlagert. Man möchte diese Lage für unnatürlich halten, wenn nicht das dritte Stadium dasselbe Bild zeigen würde.

Besonderes Interesse beansprucht die Retina. Sie zeigt deutlich den Beginn einer Teilung in zwei Hälften, eine dorsale und ventrale. Die Grenze (Fig. 20) ist durch eine Furche gekennzeichnet. Auf derselben Höhe liegt zwar auch die Eintrittsstelle des Opticus (Fig. 21), und er verursacht auch eine Einsenkung der Retina, aber auf sie ist nicht die Furche zurückzuführen, denn diese reicht in fast gleich starker Ausbildung über die ganze mediale Wand, und weiter geht ihre Unabhängigkeit aus der schon begonnenen verschiedenen Differenzierung der beiden Hälften der Retina hervor. In der ventralen ist sie (*Re*) bedeutend breiter, und ihre Stäbchen sind um das Doppelte länger als in der dorsalen (*nre*). Ebenso ist die Zahl der inneren Körner und der Ganglienzellen in jener viel größer als in dieser. Ich bezeichne die erstere als Hauptretina, die letztere als Nebenretina.

An der Eintrittsstelle des Opticus (*op*, Fig. 21) zeigt sich aber noch eine besondere auffallende Erscheinung. Der Nerv dringt in der Höhe der Mitte der medialen Wand, aber etwas excentrisch in das Auge ein (Fig. 13). Die Sclera (*scl*) ist hier stark verdickt. Ventral vom Opticus an der Außenwand des Pigmentblattes, das hier ein wenig nach innen eingeschlagen ist, liegt ein Stück Retina (*nre*[1]) scheinbar isoliert. Eine Untersuchung der benachbarten Schnitte (Fig. 1, Taf. XL) lehrt aber, daß dasselbe noch in völligem Zusammenhang mit der Retina steht und zwar mit dem ventralen Rande der Nebenretina. Es sieht aus, als ob es aus dem Auge bei der Teilung der Retina herausgedrückt wäre. An der Außenseite ist nur an einer Stelle noch etwas Pigment vorhanden, sonst ist das Stück ganz frei, und ich habe auch keine Zellen gefunden, die man etwa als Pigmentzellen, die ihr Pigment verloren haben, deuten könnte. Da indessen diese sehr abgeplattet sein dürften und sich nur durch die Kerne verraten würden, so wäre es möglich, daß sie mir entgangen sind. In diesem Stück zeigt die Netzhaut alle Schichten, und es sind auch keine Anzeichen vorhanden, die zu der Auffassung berechtigten, es befinde sich in Rückbildung. Da der Schnitt es etwas schief getroffen hat, so kommen die Stäbchen einer Schicht nicht in ihrer ganzen Länge zur Darstellung, sondern es sind mehrere angeschnitten.

Die Fig. 15 auf Taf. XXXIX stellt ein Auge dar, das die Verhältnisse des vorigen Stadiums etwas schärfer ausgebildet zeigt. Besonders die Reduktion der dorsalen Iris und ihre Verschiebung in medialer Richtung und die polsterartige Schicht an der Cornea treten makroskopisch schärfer hervor, dagegen hat der ventrale Pigmentzipfel an Umfang weiter abgenommen und sich noch mehr auf die mediale Wand verschoben. Es scheint deshalb ein etwas älteres Stadium zu sein, aber es ist auch möglich, daß die Verschiedenheiten nur in einer verschieden guten Konservierung begründet sind. Die Schnitte nämlich ließen, soweit die schlechte Erhaltung eine Beurteilung zuließ, keinen Fortschritt in der Entwicklung des Auges erkennen.

Das letzte und älteste Stadium (Fig. 16, 17) ist 2,9 cm lang. Die Veränderungen des Auges gegen früher sind sehr groß. Der Bulbus erscheint tonnenförmig, schräg dorsad gestellt. Der Boden oder die ventrale Wand hat sich abgeflacht und von dem Pigmentzipfel und dem

Raum, in dem er lag, ist nichts mehr zu sehen, vielmehr liegt das Retinapigment der Sclera fast ganz an. Die Cornea überzieht jetzt auch die ganze dorsale Wand. Das innere Auge hat eine ähnliche Gestalt, die Oeffnung der Tonne oder die Pupille ist schief gestellt, indem der mediale Rand mehr als doppelt so hoch ist als der laterale. Die mediale Wand ist nämlich 1,1 mm, die laterale nur 0,42 mm hoch. Der Querdurchmesser des inneren Auges beträgt auf der Höhe des lateralen Pupillarrandes 0,83 mm, am Grunde 1,08 mm. Die Linse, deren Durchmesser 0,96 mm beträgt, füllt die 1 mm weite Pupille ganz aus, sie wölbt sich aber sehr weit, mehr als die Hälfte, in die vordere Augenkammer vor und wird in ihrem ventralen Teil außen von einer etwa rechteckigen unpigmentierten Verdickung (Fig. 16) verdeckt. Betrachtet man das Auge von hinten oder von vorn (Fig. 17), so sieht man, daß diese Verdickung zwischen Iris und Cornea gelegen ist und aus zwei Teilen besteht. Ein ventraler ist parallel der Cornea gestellt, ein dorsaler dagegen liegt innen von diesem und ist schief gelagert zwischen dem lateralen Pupillarrand und der Cornea.

Von diesem Stadium habe ich nur ein Auge untersuchen können, das glücklicherweise vortrefflich konserviert war und alle Einzelheiten in befriedigender Weise erkennen ließ. Die Fig. 2 gibt einen Schnitt (Querschnitt durch den Kopf) wieder.

Das Auge liegt noch ganz seitlich. Der Scleraknorpel (*scl*) greift ventral nur ein wenig auf die laterale Wand über, diese ist noch fast ganz von der Cornea (*c*) bedeckt. Dorsal ist die erstere bis auf die mediale Wand verschoben, während die letztere jetzt auch die ganze dorsale Wand des Bulbus bildet. Der Scleraknorpel ist ein Reifen, dessen Breite ventral aber viel größer ist als dorsal. Während die laterale Wand der Cornea flach ist, ist die dorsale halbkugelförmig. Ihr Bau ist überall, auch lateral, wo Licht nicht mehr in das Auge gelangen kann, der gleiche, sie erscheint als eine ziemlich dicke homogene Membran. In der Chorioidea ist das Tapetum (*ta*), das bei den jüngeren Stadien ventral den Trichter bildete und auch an den Wänden ziemlich stark entwickelt war, sehr weit rückgebildet. Ventral tritt es fast gar nicht mehr hervor, irgend welcher Glanz ist bei abgeblendetem Licht nicht erkennbar; an der lateralen Wand sind noch faserförmige Zellen, die aber nur eine dünne Schicht bilden, vorhanden.

Die Iris ist medial (*i*) noch etwas nach innen eingefaltet, lateral, nasal und temporal dagegen bildet sie eine vertikale Wand. Besonderes Interesse verdienen die Bildungen an der lateralen Wand zwischen Linse, Iris und Cornea. Die große Linse ist, wie schon erwähnt, weit aus der Pupille laterad vorgelagert und ruht hier wie auf einem Polster (*lpo*) auf einer dicken Platte. Auf den früheren Stadien habe ich nichts von ihr gefunden. Die Platte ist elliptisch (Fig. 5, *lpo*) gestaltet und liegt dem Ligamentum pectinatum (*lip*) eng an, ist vielleicht nur ein besonders differenzierter Teil derselben. Auf der Außenseite ist sie von einer dünnen Hülle umschlossen. Der Hauptteil der Platte wird von dünnen, platten Fasern gebildet, die einander parallel und senkrecht gegen die Linse gestellt sind. Die Fasern erscheinen etwas wellig gebogen, doch dürfte dieses auf eine leichte Schrumpfung zurückzuführen sein. Die Kerne der Fasern liegen nahe den Wänden. Die Platte dient meiner Ansicht nach zur Stütze der ungewöhnlich weit vorgelagerten Linse, ich bezeichne sie deshalb als Linsenpolster oder Linsenkissen. An der Außenwand desselben setzt sich eine Schicht von blassen spindelförmigen Zellen (*mu*) mit schmalen Kernen an, die ich nur für glatte Muskelfasern halten kann. Sie entspringt ventral an der Grenze zwischen Cornea und Sclera. Medial ist sie durch eine dünne Membran (*m*) in

der ganzen Breite gegen die benachbarten Teile der Chorioidea abgegrenzt. Ich kann in diesem Linsenkissen nebst der Schicht von Muskelfasern nur eine Einrichtung sehen, die dazu dient, die Linse zu stützen und durch Kontraktion des Muskels eine Abwärtsbewegung der Linse, also eine Annäherung derselben an die Hauptretina zu ermöglichen. Diese Deutung als Akkommodationsapparat mag befremden, da bei keinem andern Fisch ähnliches beobachtet ist und er scheinbar etwas ganz neues darstellen würde. Indessen wird sie nicht unwesentlich dadurch gestützt, daß der gewöhnliche Akkommodationsapparat, der Retraktor der Linse im Auge von *Dissomma* fehlt, weder bei einem der jüngeren noch bei diesem ältesten Stadium aufgefunden wurde. Es liegt deshalb der Schluß nahe, daß sein Fehlen in Beziehung zu der Ausbildung des neuen Akkommodationsapparates steht. Es ist vielleicht sogar nicht unmöglich, daß der Muskel identisch ist, daß er sich nicht wie gewöhnlich in das Auge hinein entwickelt, sondern nach außerhalb und hier sich mit dem Linsenkissen verbunden hat. Wäre es der Fall, so würde die Schwierigkeit, daß bei *Dissomma* sich ein ganz neuer Muskel gebildet habe, der allen andern Fischen fehlt, fortfallen. Es ist für diese Vermutung natürlich gleichgültig, ob der Retraktor aus der Chorioidea sich entwickelt oder, wie in letzter Zeit Nussbaum (1901) behauptet hat, aus der Wand des Augenbechers.

Die Retina (Fig. 2) zeigt die Scheidung in eine Haupt- (*Re*) und eine Nebenretina (*nre*), die auf dem zuletzt betrachteten Stadium schon vorbereitet war, vollzogen. Die erstere nimmt den ganzen Boden ein, während die letztere die ganze mediale, und auch die nasale und temporale Wand außer dem Teil, der als Iris aufgefaßt werden muß, bedeckt. Die laterale Wand hat nur indifferentes Epithel. Die Hauptretina ist 0,14 mm breit, ihre Stäbchen sind 0,028 mm lang, also verhältnismäßig kurz. Während die Kerne der Stäbchenzellen nur eine Schicht bilden, liegen die der bipolaren und amakrinen in 4 und die der Ganglienzellen in 3—4 Schichten. Die Nebenretina steht in einem rechten Winkel zur Hauptretina. Sie ist am stärksten an der medialen Wand im dorsalen der Iris angrenzenden Teile entwickelt, aber auch hier viel schwächer als die Hauptretina. Ihre Breite beträgt 0,04 mm, die Stäbchen sind 0,01 mm lang. Die bipolaren und amakrinen Zellen bilden nur je 1—2 Schichten, die Ganglienzellen nur eine. Die äußeren Körner liegen in einer. Horizontale Zellen sind in einer Schicht in beiden Hälften der Retina vorhanden. Bemerkenswert ist, daß das Pigmentblatt (Fig. 3, 4, *rep*) noch Fortsätze zeigt. In der Hauptretina sind sie sehr kurz und lassen die ganzen Stäbchen frei, dagegen sind sie in der Nebenretina, besonders in der ventralen Hälfte der medialen Wand lang und umschließen die ganzen Stäbchen. Nahe der Iris (Fig. 2) sind sie wieder kurz.

Außer dieser Retina liegt noch ein kleines Stück (Fig. 2, 3, 4, *nre*[1]) außerhalb ventral vom Opticus (*op*), der auf der Grenze zwischen der Haupt- und Nebenretina an der medialen Wand eindringt. Die Partie ist zum größten Teil außen pigmentfrei, dagegen ist ihr auf der Innenseite eine dicke Pigmentschicht vorgelagert, die den Opticus umscheidet. Sie ist zwar nicht ganz kontinuierlich, so daß Licht vom Innern des Auges noch zu ihr gelangen kann (Fig. 4), aber jedenfalls ist die Absperrung des Lichtes auf dieser Seite sehr weitgehend. Dagegen könnte Licht von außen her und zwar zunächst die Stäbchen erreichen, weil auch das Chorioideapigment hier fehlt. Das Licht könnte aber nur von der Mundhöhle kommen und müßte das zwischenliegende Gewebe erst noch durchdringen. Wie die Fig. 3 und 4 zeigen, ist dieses Stück Netzhaut normal ausgebildet und zeigt im Vergleich mit dem jüngeren Stadium keine

Degenerationserscheinung, etwa eine Abnahme des Umfangs oder weniger scharfe Differenzierung der einzelnen Teile. Wichtig ist, daß es ebenso wie bei *Gigantura*, *Winteria*, *Opisthoproctus* mit der übrigen Nebenretina noch in kontinuierlicher Verbindung ist.

Zusammenfassung der Resultate der Untersuchungen über die Augen.

Da die Differenzierung des Auges unabhängig von der systematischen Stellung der Fische erfolgt, und weiter auch die große Mannigfaltigkeit besonders in Bezug auf Einzelheiten des Baus eine getrennte Darstellung der verschiedenen Fische notwendig machte, so ist das Bild, das das vorige Kapitel bietet, ein wenig übersichtliches geworden, und die wichtigsten Züge von allgemeinerer Bedeutung treten aus der Fülle der Einzelschilderungen wenig klar hervor. Ich will deshalb hier diese Lücke auszufüllen versuchen, will mich aber dabei vornehmlich auf die Verhältnisse beschränken, welche wahrscheinlich zum Leben im Dunkeln in Beziehung stehen. Ich sage absichtlich „zum Leben im Dunkeln", nicht „zur Tiefsee". Denn für die meisten pelagischen Formen können wir, wie ich schon im systematischen Teil und auch im Kapitel über die Leuchtorgane genügend betont habe, nichts Bestimmtes über ihre vertikale Verbreitung sagen, besonders nichts über die Frage, ob sie dauernd unter 400 m, also in einem Gebiet, das nach unseren Annahmen nicht mehr vom Sonnenlicht erreicht wird, leben oder nachts in die höheren Schichten aufsteigen. Ob sich auf Grund des Baus eine Trennung zwischen diesen beiden Möglichkeiten durchführen läßt und somit auch festgestellt werden kann, welche Eigentümlichkeiten als Anpassungserscheinungen an die Existenzbedingungen der Tiefsee aufzufassen sind, das möge später erörtert werden, vorläufig scheint es mir besser, diese Frage als unentschieden anzunehmen und nur darauf das Augenmerk zu richten, wodurch sich das dem Dunkel angepaßte Auge oder kurz das Dunkelauge von dem Auge der im Bereiche des Sonnenlichts lebenden Fische oder dem Lichtauge unterscheidet. Ebenso wie ich in der speziellen Darstellung viele Teile des Auges ganz oder fast ganz unberücksichtigt gelassen habe, will ich auch hier nur den auffallenden Punkten mich zuwenden und nicht versuchen, alle Teile des Auges darauf hin zu prüfen, ob sie vielleicht eine Beeinflussung durch das Leben im Dunkeln zeigen. Denn nur zu leicht deutet man dann in die Bildungen etwas hinein, was nicht zutrifft, und in vielen Fällen ist das Material noch so spärlich, daß einer Deutung fast jede gesunde Basis fehlt.

Wenn man die im vorigen Kapitel niedergelegten Resultate der Untersuchung übersieht, so wird sich wohl jedem besonders der Eindruck aufdrängen, daß das Auge der Fische in außerordentlich mannigfaltiger Weise sich differenzieren kann. Es kann in der Gestalt, Größe und Anordnung der Teile fast unverändert bleiben oder es kann sich in regressiver Richtung bis zur völligen Funktionslosigkeit entwickeln oder in progressiver Richtung und hier wieder entweder nur in Bezug auf die Größe oder auch in Bezug auf die Gestalt und endlich auch noch in Bezug auf die Anordnung und Differenzierung der Teile bis zu einer so hohen Stufe wie bei keinem einzigen andern Wirbeltier. Neben der Mannigfaltigkeit wird man aber doch auch

manche Züge erkennen, die stets wiederkehren, und in ihnen wird man am ehesten Anpassungen des Auges an das Dunkelleben sehen dürfen. Als solche sind zu nennen der Mangel an Zapfen und die Dunkelstellung des Retinapigments.

Abgesehen von einigen zweifelhaften Befunden bei rudimentären Augen sind Zapfen nur bei *Setarches Güntheri*, *Lycodes macrops* und *Peristedion Rivers-Anderssoni* gefunden. Diese sind aber Fische, welche Gattungen angehören, die wie vielleicht *Setarches* überhaupt in der Lichtzone leben oder deren Verbreitungsgebiet doch noch bis in diese hinaufreicht. Sie sind also Uebergangsformen zwischen dem Litoral und der Tiefsee. Aus der Stellung der Zapfen nahe der äußeren Körnerschicht kann man vielleicht noch schließen, daß ihre Zellen noch die Fähigkeit haben sich zu verlängern und zu verkürzen, wie bei Lichtfischen. Denn nach den neueren Untersuchungen (vgl. Ganter (1907)) wissen wir, daß die Zapfenzellen in der Nacht sich verlängern, die Zapfen dadurch sklerad verschoben werden, am Licht dagegen jene sich verkürzen und diese dadurch vitrad rücken. Eine Einwirkung der Dunkelheit ist aber bereits in der geringen Zahl zu erkennen. Bei *Peristedion* finden wir auf 1 qmm 640 000 Stäbchen, dagegen nur 4900—6400 Zapfen, bei *Setarches* kommen auf 1 Million Stäbchen 2500 Zapfen und bei *Lycodes macrops* auf 640 000 Stäbchen sogar nur 400 Zapfen.

Bei allen übrigen Arten sind nur Stäbchen gefunden worden. Der alte Satz von Max Schultze, daß die Zapfen nur bei Tagtieren sich finden und die farbenempfindlichen Elemente darstellen, die Stäbchen dagegen die lichtempfindlichen sind und bei Nachttieren allein sich finden, hat zwar manche Einschränkung erfahren, indem gefärbte Kugeln, welche allein den Zapfen zukommen sollten, auch in Stäbchen hin und wieder gefunden sind, und weiter auch bei Nachttieren Zapfen nachgewiesen sind, aber im allgemeinen ist jene Annahme trotz der Ausnahmen doch die herrschende geblieben und hat durch manche wichtige Beobachtungen wie die der Bewegung der Zapfen bei vielen, der Zapfen, Stäbchen und des Tapetums besonders bei *Abramis brama*, u. a. weitere Stütze gefunden. Sie erhält meiner Ansicht nach eine weitere kräftige Stütze durch den Nachweis, daß bei sämtlichen von mir untersuchten Fischen, die wahrscheinlich im Dunkeln leben, ebenso wie bei vielen Selachiern (Franz 1905) und den Wassersäugetieren (Pütter 1903) nur Stäbchen vorhanden sind. Diese große Uebereinstimmung halte ich für so wichtig, daß man aus dem Mangel an Zapfen bei Fischen ohne Weiteres auf ein Dunkelleben schließen kann. Aber auch nur auf ein Dunkelleben, noch nicht auf ein dauerndes Leben in der Tiefsee. Denn *Myctophum*, *Neoscopelus*, manche Stomiatiden u. a., die sicher nachts in die Oberflächenschichten aufsteigen, unterscheiden sich in diesem Punkte nicht von andern, für die wir einen dauernden Aufenthalt in der Tiefsee mit mehr oder minder großem Recht annehmen dürfen. Wegen des Fehlens der Zapfen habe ich, wie ich schon im Kapitel über die Leuchtorgane erwähnte, die von mir früher ausgesprochene Ansicht, daß das Licht der Leuchtorgane farbig sei, aufgegeben, es kommen für das Sehen nur verschiedene Intensitäten des Lichtes in Betracht.

Die Stäbchenlänge ist im allgemeinen sehr groß; zwar ist die absolute Länge nicht größer als auch bei vielen Lichtfischen, wie die beistehende Tabelle zeigt, aber ihr Verhältnis zur Breite der ganzen Retina (außer dem Pigmentepithel) ist zum Teil groß. Bei sehr vielen Formen, z. B. *Winteria*, *Opisthoproctus*, *Ichthyococcus*, *Bathytroctes*, *Triplophos*, *Halicmetus*, *Polyipnus*, *Lamprogrammus*, *Aleposomus*, *Macrurus*, *Synaphobranchus*, *Idiacanthus* u. a. (vgl. auch die Tabelle

auf dieser Seite), ist die Stäbchenlänge gleich der halben Retinabreite. Allerdings kommen auch Fälle vor, in denen sie kurz sind, z. B. bei *Gonostoma elongatum*, *Melamphaes suborbitalis*, *Diplophos taenia*, *Avocettina* u. a., wo sie nur $^1/_3$—$^1/_4$ der Retinabreite lang sind, und auffallenderweise auch bei den Teleskopaugen von *Gigantura* ($^1/_5$), *Dissomma* ($^1/_4$) und *Evermannella indica* ($^1/_8$). Ob man berechtigt ist, aus der verschiedenen Länge auf einen verschiedenen Grad der Empfindlichkeit besonders für verschiedene Intensitäten des Lichts zu schließen, läßt sich nicht entscheiden. Es ist ebenso möglich oder sogar wahrscheinlicher, daß, da eine größere Länge in der Regel auch mit einer größeren Schmalheit verbunden ist, und somit auf derselben Fläche mehr Stäbchen stehen können als wenn sie kurz und dick sind, nicht die verschiedene Länge von Bedeutung ist, sondern die verschiedene Zahl. Diese ist fraglos für das Sehen von großem Wert, da bei größerer Zahl auch mehr lichtempfindliche Elemente auf der vom Licht getroffenen Fläche erregt werden. Ich habe versucht, die Zahl der Stäbchenkörner, die auf eine Fläche von 1 qmm

	Stäbchenlänge in mm	Breite der Retina (ohne Pigmentepithel) in mm	Zahl der Schichten und Kerne der Stäbchenzellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der bipolaren Zellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der amakrinen Zellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der Ganglienzellen auf 1 qmm
Cyclothone microdon	0,021	0,046	1 (115 600)	1 (19 600—22 500)		
Gonostoma elongatum	0,013	0,04	1—2 (1 Mill.)	1—2 (640 000)	1—2 (250 000)	1 (160 000)
Gigantactis Vanhoeffeni	0,022	0,074	1—2 (152 000)	1—2 (152 000)		1 (14 400)
Oneirodes niger	0,017	0,044	1 (160 000)	1—2 (87 000)		1 (6 400)
Aceratias macrorhinus	0,04	0,1	1 (250 000)	1—2 (122 500)		1 (25 600)
Myctophum Warmingi	0,021	0,05	5—6 ($1^1/_2$ Mill.)	2 (250 000)	2 (250 000)	1 (57 600)
Neoscopelus macrolepidotus	0,08	0,17	4—5 (640 000)	1 (48 400)	1 (32 400)	1 (1 600—2 500)
Aleposomus lividus	0,07	0,14	3 (225 000)	2 (25 600)		1 (4 900)
Melamphaes suborbitalis	0,03	0,087	4—6 (224 900)	1—2 (25 600)		1 (4 900)
Triplophos elongatum	0,05	0,086	1—2 (176 400)	1 (40 000)		1 (2 500)
Sternoptyx diaphana	0,06	0,17	1—2 (640 000)	1—2 (90 000)	1 (40 000)	1 (28 900)
Polyipnus spinosus	0,06	0,12	1 (250 000)	1 (40 000)	1 (40 000)	1 (4 900)
Evermannella atrata	0,06	0,11	4—5 (810 000)	4 (40 000)	3 (40 000)	2 (1 600—3 600)
Microstoma rotundatum	0,06	0,18	4—5 (1 Mill.)	2 (90 000)	2 (90 000)	1 (14 000)
Chauliodus Sloanei	0,071	0,17	5—6 (3 Mill.)	1—2 (160 000)	1 (90 000)	1 (8 100)
Stomias nebulosus	0,039	0,15	3 ($2^1/_4$ Mill.)	1 (40 000)	1 (40 000)	1 (10 000)
Lepidopus tenuis	0,12	0,39	8—10 (16 Mill.)	2 (78 400)	2 (62 500)	1 (6 400—10 500)
Coloconger raniceps	0,01	0,21	10—12 (9 Mill.)	1—2 (25 600)		1 (3 600)
Macrurus pumiliceps	0,1	0,22	8—10 (20 Mill.)	1—2 (136 900)	1—2 (102 400)	1 (16 900)
Synaphobranchus brevidorsalis	0,085	0,17	2—3 (640 000)	1—2 (3 900)		1 (900—1 600)
Halicmetus ruber	0,06	0,1	1—2 (810 000)	1 (160 000)	1 (90 000)	1 (22 500)
Setarches Güntheri	0,1	0,24	4—6 (1 Mill.)	2—3 (40 000)	2—3 (40 000)	1 (6 400)
Lycodes macrops	0,05	0,12	3—4 (640 000)	1 (10 000)	1 (10 000)	1 (4 900)
Peristedion Rivers-Anderssoni	0,05	0,1	3—4 (640 000)	1 (40 000)	1 (40 000)	1 (4 900)

kommen, zu bestimmen, da eine Berechnung der Stäbchen ganz ungenaue Werte ergab. Ich muß aber hervorheben, daß auch die für die äußeren Körner und ebenso für die Kerne der bipolaren, amakrinen und Ganglienzellen gewonnenen Zahlen keineswegs auf Genauigkeit Anspruch machen können, weil die Dicke der Schnitte nicht in allen Augen gleich ist, oft auch Verschiebungen, Schrumpfungen das Bild verändert haben müssen und auch Fehler beim Zählen, besonders wenn die Kerne sehr dicht in mehreren Schichten liegen, sicher vorgekommen sind. Aber für den Schluß, der hier aus den Zahlen gezogen wird, können sie doch einigen Anhalt bieten. In der beistehenden Tabelle, die die Teleskopfische nicht mit berücksichtigt, da sie später für sich behandelt werden, habe ich auch die Zahl der Schichten, in denen die Kerne gelagert sind, angeführt und in Klammern die Zahlen für die Kerne daneben gesetzt. Es wurde stets die Mitte der Retina für die Zählung gewählt, nur bei *Evermannella atrata* habe ich eine Stelle in der dorsalen tapetierten Hälfte nahe der Opticuspapille hierfür ausgesucht. Im Allgemeinen gilt die Anschauung, daß in den peripheren Teilen, die den Bewegungssinn haben, die Zahl der bipolaren und Ganglienzellen viel geringer ist als die Zahl der Stäbchen, daß dagegen in den Partien, die dem Formensehen dienen, die ersteren mit den letzteren in Bezug auf die Zahl übereinstimmen oder sie noch übertreffen. Bei den in der Tabelle aufgeführten Fischen finden wir nun durchweg in der Mitte der Retina Verhältnisse, die sonst nur für die peripheren charakteristisch sind. Daraus könnte man schließen, daß bei ihnen die ganze Retina in erster Linie der Wahrnehmung von Bewegungen dient. Ich mache besonders auf die große Zahl von äußeren Körnern und die geringe von Ganglienzellen bei den pelagisch lebenden Stomiatiden, bei *Evermannella atrata*, *Microstoma*, *Neoscopelus*, *Aleposomus*, *Melamphaes*, *Sternoptyx*, *Polyipnus*, *Lepidopus* und bei den Grundfischen *Macrurus*, *Synaphobranchus*, *Setarches*, *Lycodes*, *Peristedion* aufmerksam. Bei vielen bilden bipolare und Ganglienzellen nur je eine Schicht, während die Stäbchenkerne in mehreren liegen, bei *Cyclothone* ließen beide Zellarten sich nicht voneinander abgrenzen. Weitere Schlüsse aus den Zahlen zu ziehen scheint mir zu gewagt, nicht allein weil sie zu ungenau sind, sondern auch weil selbst bei völliger Uebereinstimmung der Breite der Retina, der Länge und Zahl ihrer Stäbchen, der andern Zellen usw. doch die Lichtempfindlichkeit eine ganz verschiedene sein kann; was in dem einen Fall von wenigen geleistet wird, kann im andern erst von vielen geleistet werden.

Eine sehr interessante Erscheinung ist das Auftreten einer Area und tiefen Fovea lateralis bei *Bathy-* und *Platytroctes*, einmal weil eine Fovea bei Fischen überhaupt selten ist und dann weil hier in ihr nur Stäbchen vorhanden sind. Mit Sicherheit ist eine Fovea bei *Hippocampus* (Carrière 1885, Krause 1886, Biagi 1901), bei *Syngnathus* (Krause 1889, Chievitz 1890, Biagi 1901) beobachtet. Bei *Siphostoma* soll sie nach Slonaker (1897), bei *Pagellus* nach Gulliver (nach Slonaker's Angabe) vorhanden sein, und Schiefferdecker (1887) erwähnt ohne nähere Angaben, daß „bei der Maischolle sich eine besonders gebaute Zone des schärfsten Sehens finde". In allen diesen Fällen ist sie nicht tief, und die Schichten der Retina erleiden keine Unterbrechung, nur die innere Körnerschicht wird dünner und die Zahl der Zapfen nimmt zu. Bei *Bathytroctes* und *Platytroctes* ist die Entwicklung der Area und besonders der trichterförmigen Fovea sehr stark. In letzterer erleiden sämtliche Schichten eine Unterbrechung, so daß die Stäbchen direkt vom Licht getroffen werden können, ferner sind die Stäbchen sehr lang und dünn, ihre Zahl also größer. Soweit ich weiß, ist keine Fovea bekannt, in der nur Stäbchen

entwickelt sind. Für ein Dunkelauge ist diese Zusammensetzung nicht überraschend, wohl aber das Auftreten einer Fovea überhaupt, da im Dunkel ein scharfes Sehen höchstens in ganz geringer Entfernung in Frage kommen kann. Da die Fovea nur Stäbchen enthält, so möchte man vermuten, daß sie eine Verfeinerung der Unterscheidung verschiedener Lichtintensitäten dient. Die laterale Lage der Fovea an der temporalen Wand kann nicht überraschen, da das Auge bei diesen Gattungen zwar laterad noch gelegen ist, aber schon stark rostrad blickt.

Eine ebenso allgemeine Erscheinung wie der Mangel an Zapfen ist die Dunkelstellung des Retinapigments. Ausnahmen von dieser Regel bilden nur die oben schon genannten drei Uebergangsformen und Jugendstadien von pelagisch lebenden Fischen. Jene drei zeigen aber schon nicht mehr völlige Lichtstellung, sondern die Stäbchen sind verschieden weit frei, bei *Lycodes* mehr als bei *Setarches*, und bei *Peristedion* sind die Fortsätze des Pigmentepithels sehr kurz. Diese Verschiedenheit kann darin ihren Grund haben, daß das Pigment beim Durchziehen der Fische durch die belichtete Zone verschieden rasch die Lichtstellung eingenommen hat, aber auch dieses würde nur darauf hinweisen, daß die eine Form dem Dunkelleben bereits mehr angepaßt ist als die andere. Außer bei den genannten ist das Pigment noch bei *Evermannella atrata* in Lichtstellung gefunden worden, doch kommt hier das Tapetum retinale in Frage; dadurch nimmt dieser Fisch eine besondere Stellung ein und soll bei der Besprechung des Tapetums mit behandelt werden.

Da die Dunkelstellung des Pigments bei Lichtaugen nur in der Nacht oder Dämmerung auftritt, so kann aus ihr für die untersuchten Fische auf ein dauerndes Dunkelleben geschlossen werden, und weiter, daß das Licht, welches in ihrem Gebiete vorhanden ist, nicht stärker ist als das Dunkel der Nacht, d. h. nicht im Stande ist eine Verschiebung der Pigmentkörner in vitrale Fortsätze zu veranlassen.

Diese Schlüsse werden auch noch durch andere Gründe gestützt. Zunächst ist auf den Unterschied zwischen jungen und alten Stadien in Bezug auf die Stellung des Pigments hinzuweisen. Bei den ersteren wurde es durchweg in Lichtstellung, wenn auch in verschieden stark ausgebildeter Schicht gefunden, bei letzteren durchweg in völliger oder fast völliger Dunkelstellung. Ferner ließ sich bei einigen, von denen mehrere verschieden alte Stadien erbeutet waren, feststellen, daß mit dem Aelterwerden eine Verkürzung der Pigmentfortsätze eintritt. Es kann dieses darin seinen Grund haben, daß die Pigmentzellen ihre Fortsätze mehr und mehr einziehen und neue Fortsätze mit dem Uebergang zum völligen Dunkelleben nicht mehr gebildet werden, oder daß die Fortsätze erhalten bleiben, nur die Pigmentkörner in die Basen der Zellen sich allmählich zurückziehen. Das erstere ist mir wahrscheinlicher, weil bei den älteren Tieren die Pigmentschicht auf der Innenwand fast glatt abgeschnitten erscheint. Auf jeden Fall ist der Schluß berechtigt, daß die jungen Tiere, bei denen das Retinapigment in Lichtstellung gefunden wurde, wie Lichtfische im Bereiche des Sonnenlichts leben und erst später die dunkeln Gebiete aufsuchen. Die Tatsache, daß das Pigment die Dunkelstellung bei verschiedenen Fischen auf nicht denselben Stadien einnimmt, berechtigt zu der Annahme, daß das Lichtleben verschieden lange dauert, aber genauere Angaben lassen sich auf Grund des bis jetzt vorliegendem Materials noch nicht machen.

Da von Grundfischen junge Stadien nicht gefangen wurden, so gilt das Gesagte nur für pelagische Dunkelfische.

Die Lichtstellung bei Jungfischen ist, wie hier nebenbei noch erwähnt sein möge, auch noch wichtig, weil sie die schon im systematischen Teil ausgeführte Ansicht stützt, daß die bathypelagische Fischfauna, zu der ich jetzt nicht nur die dauernd unter 400 m lebenden, sondern auch die nachts aufsteigenden rechne, von der superfiziellen abstammt. Denn offenbar ist das Leben der Jungfische im Bereich des Sonnenlichts nicht eine sekundäre Erscheinung, sondern ist nur so zu erklären, daß die Eier wie einst in der Lichtzone sich entwickeln und die jungen erst zum sekundären Dunkelleben der alten übergehen. Es wäre interessant zu wissen, wie sich die jungen von Ceratiiden verhalten, da man daraus vielleicht schließen kann, ob sie sich von ihren litoralen Vorfahren abgegliedert haben zu einer Zeit, als sie noch im Litoral lebten oder erst, nachdem sie in die Tiefsee eingewandert waren.

Da die Dunkelstellung des Pigments bei allen fast dieselbe ist, ein Stomiatide, der sehr wahrscheinlich nachts in die oberen Schichten des Meeres aufsteigt, sich hierin nicht von einem Grundfisch, der fraglos in einer Tiefe von 1000 m lebt, z. B. *Lamprogrammus* unterscheidet, so läßt sich aus der Pigmentstellung noch kein Anhalt für die Bestimmung der Tiefe des Verbreitungsgebietes gewinnen. Bei größerem Material mag sich vielleicht feststellen lassen, daß bei Dämmerungsfischen, die etwa zwischen 50 m und 400 m leben, die Dunkelstellung des Pigments noch nicht so stark fixiert ist wie bei tiefer lebenden, aber es ist nicht einzusehen, weshalb solche, die unterhalb dieser Grenze dauernd leben, Unterschiede aufweisen sollten, da die Lichtstärke keine größeren Verschiedenheiten mehr aufweisen wird.

Außer dieser Lichtstellung des Retinapigments bei den Jungfischen kommt zur weiteren Bekräftigung der oben aus der Dunkelstellung bei den alten gezogenen Schlüsse noch folgende Beobachtung in Betracht. Bei Messina werden bekanntlich durch Auftriebströmungen *Argyropelecus*, *Chauliodus*, *Ichthyococcus*, *Evermannella balbo* u. a. an die Oberfläche geführt und sind hier oft noch lebend und zwar am Tage gefangen worden. Ich habe die Augen dieser Formen untersucht und bei allen dieselbe Dunkelstellung des Pigments gefunden wie bei den von der Valdivia-Expedition aus der Tiefe heraufgebrachten Formen, die durchweg tot an die Oberfläche kamen. Da die Fische bei Messina stundenlang dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt waren und trotzdem nicht ihre Dunkelstellung verändert haben, so geht unzweifelhaft daraus hervor, daß die Dunkelstellung eine dauernde ist, ja daß die Lichtstellung nicht mehr eingenommen werden kann. Der Grund dürfte darin liegen, daß die protoplasmatischen Fortsätze der Zellen, die bei Lichtfischen dauernd auch in der Dunkelstellung erhalten bleiben, eingezogen werden, und die Zellen die Fähigkeit verloren haben, sie wieder zu bilden. Dadurch fällt auch der Einwand, den man etwa noch gegen die Verwendung der Dunkelstellung bei den Valdivia-Fischen für ihr Vorkommen machen könnte, daß nämlich die Lichtstellung nur aus dem Grunde nicht angetroffen wurde, weil die Zeit, in der sie durch die oberen 400 m gezogen wurde, zu kurz war, und weiter die Fische durch die warme Temperatur oder den verschiedenen Druck in den oberen Schichten getötet wurden.

Endlich mögen noch einige Worte über die Erhaltung des Pigments im Auge gesagt werden. Außer einigen tapetierten Formen wie *Myctophum*, *Neoscopelus*, die hierbei nicht in Betracht kommen können, fehlt es nur bei *Benthobatis*. Bei *Synaphobranchus* ist die Schicht zwar sehr dünn, aber dafür ist die nur durch Blutgefäße, nicht durch ein Tapetum von ihr getrennte Pigmentschicht der Chorioidea um so stärker und kontinuierlich ausgebildet; sie ersetzt gleichsam

das fehlende Retinapigment. Sonst ist dieses überall bei bathypelagischen wie Grundfischen, einerlei aus welcher Tiefe sie stammen, gut entwickelt. Für die pelagischen könnte man sein Vorhandensein eventuell damit erklären, daß es für die in der Lichtzone lebenden jungen Fische von Bedeutung sei und deshalb auch bei Erwachsenen nicht rückgebildet würde, aber diese Erklärung paßt nicht für die Grundfische. Weiter ist selbst in den mehr minder stark rückgebildeten Augen von *Cetomimus*, *Barathronus* noch Pigment vorhanden, ebenso ist es von KOHL (1892), RITTER (1893) und EIGENMANN (1899) in den rudimentären Augen von *Proteus*, *Typhlogobius*, *Chologaster*, *Troglichthys* u. a. gefunden. Nach CHUN (1903) ist das Retinapigment bei Tiefseecephalopoden ebenfalls erhalten. Bei Tiefseeschizopoden fehlt es allerdings und ebenso kann hier das Irispigment rückgebildet werden, aber hier steht diese Reduktion mit der Erhöhung der Leistungsfähigkeit, nämlich mit der besseren Ausbildung der Wahrnehmung von Bewegungen in Beziehung.

Da diese und ebenso die tapetierten Formen uns zeigen, daß das Retinapigment gebildet und wieder aufgelöst werden kann, so darf man vielleicht aus seiner konstanten Erhaltung auch bei sicher in der Tiefsee lebenden Grundfischen schließen, daß auch hier trotz des schwachen Lichtes das Pigment noch eine Bedeutung haben muß.

DOFLEIN (1904) hat nun in seinem Werke über die Tiefsee-Brachyuren der Valdivia-Expedition die Ansicht vertreten, daß der Lichtmangel die Pigmentlosigkeit und die Rückbildung direkt veranlasse, und geht sogar so weit, die Unterschiede, welche die Arten einer Gattung in Bezug auf Pigmententwicklung im Auge zeigen, auf die direkte Wirkung des Aufenthalts in verschiedenen Tiefen zurückzuführen und die Arten nicht als Arten, sondern als „Formen" oder „Standortsvarietäten" zu bewerten. So z. B. unterscheidet er *Cyclodorippe uncifera*, die in geringer Tiefe lebt und ein wohl entwickeltes Auge hat, und *C. glaucomma*, die ein rudimentäres, pigmentloses Auge hat und in größerer Tiefe lebt, nicht als besondere Arten, sondern nur als Standortsvarietäten einer Art. Die Tatsache, daß viele Tiefseeformen wohl entwickelte und pigmentierte Augen haben, erklärt er durch die Verschiedenheit ihrer Entwicklungsweise. Die *Brachyuren* mit rudimentären Augen seien solche Formen, die, wie man aus den wenigen und großen Eiern oder aus ihren Larven schließen könne, wahrscheinlich eine direkte Entwicklung ohne Metamorphose oder wenigstens mit abgekürzter Metamorphose durchmachen. Abgekürzte Entwicklung bedinge zwar noch nicht das Rudimentärwerden von Augen, aber „wenn solche Formen in lichtlosen Regionen vorkommen, so wird ihre Brut dazu verurteilt sein, dauernd dem Licht entzogen zu leben, während die freischwimmenden Larven von andern bodenbewohnenden Formen in ihrer Jugend große Wanderungen unternehmen und in dieser Zeit wenigstens mit dem Licht in Berührung kommen können." „So komme ich (p. 240) denn zu der Auffassung, daß die Pigmentierung der Augen direkt vom Licht abhängt. Bei den meisten Formen ist allerdings ein mehrere oder viele Generationen hindurch andauernder Aufenthalt im Dunkeln notwendig, um die Pigmentbildung zu unterdrücken; ein solcher wird gewährleistet durch die direkte Entwicklung ohne wanderfähige Larven, und natürlich ganz besonders begünstigt, wenn das erwachsene Tier ebenfalls wenig beweglich ist."

Betrachten wir etwas genauer, ob dieses „biologische Erklärungsprinzip" DOFLEINS, das vor dem Selektionsprinzip den Vorzug haben soll, daß es durch Experimente geprüft werden kann, wirklich besser ist als jenes.

Daß es nicht für andere Tiere paßt, dafür genügt ja schon der Hinweis auf die Erhaltung des Pigments bei Grundfischen, die zum größten Teil sicher auch ihre Entwicklung in der Tiefe durchmachen und sicher schon viele Tausende von Generationen dort leben. Im Vergleich zu der Zahl der Fische mit wohl ausgebildeten Augen kann die Zahl derjenigen mit rückgebildeten gar nicht in Betracht kommen. *Ipnops*, *Cetomimus*, *Barathronus*, *Aphyonus* und *Benthobatis* sind die Tiefseefische, welche man als blind oder fast blind bezeichnen kann. Daß die Zahl der Fische mit wohl entwickelten Augen eine so große ist und bei vielen das Auge sich höher als bei Lichtfischen entwickelt, weist doch zu deutlich darauf hin, daß in der Tiefsee von einem völligen Lichtmangel nicht die Rede sein kann, sondern nur von einer Lichtarmut. Wenn diese aber bei einer so großen Anzahl weder Pigmentlosigkeit noch Rückbildung direkt hervorrufen kann, dann kann man wohl kaum dem Erklärungsprinzip Doflein's für die Augen der wenigen nicht sehenden Fische, von denen nur eins pigmentlos ist, irgendwelche Bedeutung zumessen.

Auch für die Tiefseebrachyuren scheint es mir nicht das zu leisten, was Doflein angibt. *Cyclodorippe uncifera melanomma* Dofl. mit wohl entwickelten pigmentierten Augen ist zwar in der geringen Tiefe von 30—50 m gefangen, *Cycl. uncifera glaucomma* Alc. dagegen, welche stark rückgebildete pigmentlose Augen hat, nicht nur in 500—700 m, sondern auch in 150—200 m, also in einer Tiefe, die man nicht als lichtlos bezeichnen kann, und doch „zeigten die Augen der letzteren den gleichen Grad von Rückbildung" wie die in großer Tiefe lebenden! *Cyclodorippe dromides* Ortm. aus einer Tiefe von 180 m besitzt ebenfalls pigmentlose Augen. Ebenso hat *Scyramathia Hertwigi* rückgebildete Augen, obwohl ihr Verbreitungsgebiet zwischen 256—500 m liegt.

Dicranodromia Doederleini aus einer Tiefe von 274 m, die große Eier besitzt, hat kleine, aber pigmentierte Augen, merkwürdigerweise hat aber die aus einer Tiefe von 450—1190 m bekannte *D. Mahyeuxi* A. M.-E., die auch große Eier hat, „große pigmentierte Augen", während nach Dofleins Ansicht die beiden Arten das umgekehrte Verhältnis zeigen sollten. *Homologenus rostratus* A. M.-E. aus einer Tiefe von 1435—1900 m mit $^1/_2$ mm großen Eiern hat mäßige, aber langgestielte Augen, *H. Braueri* aus einer Tiefe von 1242 m hat sogar „deutlich dunkel pigmentierte Augen". Dagegen hat *Inachus antarcticus* Dofl., welche Art große Eier (0,8 mm) hat, „mäßig große, pigmentarme Augen", obwohl sie in einer Tiefe von nur 155 m gefangen wurde.

Es kommt weiter hierbei in Betracht, daß wir bis jetzt über die Entwicklung der meisten Tiefseekrabben so gut wie nichts wissen; das wenige Bekannte aber kann die Ansicht Doflein's nicht stützen.

Er führt weiter noch Beispiele von andern Tieren an, die aber meist auf Höhlentiere, die unter ganz andern Lichtverhältnissen als Tiefseetiere leben, und auf ein Schwinden des Körperpigments unter der Einwirkung des Lichtmangels sich beziehen. Diese kommen aber hier nicht in Betracht, weil das Pigment in der Haut und im Auge nicht gleich zu setzen sind. Er hebt selbst (p. 237) hervor, daß „es dabei besonders interessant ist, daß die Augen solcher Formen manchmal die einzigen pigmentierten Teile am Körper sind, daß diese Organe also die Fähigkeit haben, das Pigment am zähesten zurückzuhalten".

Daß Lichtarmut zur Rückbildung der Augen und des Pigments in Beziehung steht, wird wohl jeder zugeben, aber daß sie Pigmentlosigkeit im Auge direkt hervorrufen kann, bestreite ich, bis die Experimente, die Doflein ankündigt, mir das Gegenteil beweisen. Die Tatsachen,

daß das Pigment trotz der Lichtarmut bei fast allen Tiefseefischen und ebenso bei Tiefseecephalopoden sich erhält, und zwar nicht nur in wohl ausgebildeten Augen, sondern auch in rudimentären Augen (Eigenmann und Ritter sehen eine Verstärkung des Pigments sogar als ein Zeichen für die Rückbildung an) und daß andererseits das Pigment bei tapetierten, in der Dämmerung lebenden Formen und ebenso bei Tiefseeschizopoden verschwindet, aber zu Gunsten einer Verbesserung des Auges, diese Tatsachen lassen nur schließen, daß die Pigmentbildung und Pigmentschwund, progressive und regressive Entwicklung des Auges nicht durch den direkten Einfluß des äußeren Faktors „Lichtarmut" erfolgt, sondern innere Faktoren hier wirken allerdings auf Grund einer Einwirkung von äußeren. Die Tatsache weiter, daß Pigmentlosigkeit in rudimentären Augen nur dann sich findet, wenn sie bereits sehr weit verkümmert und kaum mehr leistungsfähig sind, läßt vermuten, daß wie die andern Zellen der Retina auch die Pigmentzellen verkümmert sind, und Pigment sich nicht mehr bildet, oder daß die Entwicklung des Auges nicht mehr das Stadium erreicht, auf dem die Pigmentbildung beginnt. Das Schwinden des Pigments ist nur eine Phase der Rückbildung und zwar eine der letzten. Deshalb ist es auch falsch, die Arten einer Gattung wegen des Vorhandenseins oder Fehlens des Pigments im Auge als „Standortsvarietäten" zu bezeichnen. Diese Bezeichnung würde meiner Ansicht nach nur richtig sein, unter der Annahme, daß die Formen, bei denen das Auge unter dem direkten Einfluß des Lichtmangels rückgebildet ist, wenn sie in belichtete Zonen wieder gebracht würden, ein gut sehendes Auge wieder erhielten. Eine solche Umbildung scheint mir aber völlig ausgeschlossen, weil die Rückbildung nicht nur im Schwinden des Pigments, sondern auch und zwar in erster Linie in der Rückbildung der Facetten besteht.

Während Mangel an Zapfen und Dunkelstellung des Retinapigments als allgemeine Erscheinungen bei den Dunkelfischen uns entgegen treten, haben andere beschränktere Verbreitung, z. B. das Tapetum. Ein Tapetum, entweder über den ganzen Augengrund oder nur über einen Teil entwickelt, finden wir bekanntlich bei Selachiern, Stören, einigen Knochenfischen (*Pomatomus*, *Labrax lupus*, *Polyprion cernium*, *Thynnus*, *Prionurus*, *Luvarus*, *Abramis*), ferner beim Krokodil, bei einigen Nachtvögeln und bei einigen Säugetieren (Raubtieren, Robben, Walen, einigen Beutlern, Wiederkäuern, Einhufern und beim Elefant) und unter den Wirbellosen bei einigen Nachtinsekten und einigen Krebsen mit nächtlicher Lebensweise und auch bei Tiefseedekapoden (Chun) und einer Tiefseekrabbe (Doflein). Vielleicht kommen noch andere Tiere in Betracht. Durchweg handelt es sich um Tiere, die im Dunkeln leben. Brücke's (1844, 1845) Deutung, daß das Tapetum dazu dient, das Licht, welches die perzipierenden Elemente durchsetzt hat, noch einmal auf dieselben Elemente zurückzuwerfen, die Reizung zu verstärken und so bei schwacher Beleuchtung ein Sehen zu ermöglichen, ist auch heute noch die herrschende. In neuerer Zeit hat Pütter (1903) diese Ansicht bekämpft. Er hat darauf hingewiesen, daß das Tapetum eine rauhe Fläche bilde, von der das Licht nach den verschiedensten Richtungen ganz unregelmäßig reflektiert würde, und daß somit kein sekundäres Bild entstehen könne, sondern die Netzhaut ganz diffus gereizt werde. Es entstehe also eine Nebenbelichtung im Auge und diese habe die Bedeutung, daß diese subminimalen oder schwachen Reize die Erregbarkeit der Retina erhöhe „Im schwachen Dämmerlicht, sagt er p. 326, kann ein Bild ohne Tapetum nicht mehr wahrgenommen werden. Wird dagegen die Netzhaut außer durch das Licht des Bildes noch durch die an sich subminimalen Lichtreize erregt, die das Tapetum ganz diffus aussendet,

so wird durch diese Unterschwellenreize die Erregbarkeit der Retina so weit gesteigert, daß das Bild, welches ohne Tapetum nicht gesehen werden könnte, jetzt zur Perzeption gelangt."

Ob diese Ansicht PÜTTER's richtig ist, wage ich als Nicht-Physiologe nicht zu entscheiden. Auf jeden Fall stimmen BRÜCKE und er darin überein, daß das Tapetum das Sehen bei schwacher Beleuchtung ermöglicht oder mindestens unterstützt. „Kommt hinter den Stäbchen, sagt auch GARTEN (1907, p. 103), gar noch eine, das Licht gut reflektierende Masse hinzu, so dürften nach dem Stand unserer Kenntnisse sämtliche Hilfsmittel zur Ausnutzung schwächster Intensitäten für den Sehakt erschöpft sein." Man sollte deshalb erwarten, daß in den Augen der Tiefseefische das Tapetum eine große Verbreitung haben müßte, da ja das Licht hier wahrscheinlich noch schwächer ist als im Dunkel der Nacht auf dem Lande oder in den Oberflächenschichten des Meeres. Das ist nun auffallenderweise nicht der Fall. Bei keinem einzigen Grundfisch habe ich es gefunden und ebenso fehlt es den meisten pelagischen Formen, von denen ein dauerndes Tiefseeleben als wahrscheinlich angenommen werden kann, besonders denjenigen, die durch eine weitgehende Umbildung des Auges eine Anpassung an die Tiefsee zeigen wie die Teleskopfische. Ein Tapetum ist bei *Myctophum* gefunden und ist wahrscheinlich auch bei *Neoscopelus* vorhanden, also bei Gattungen, von denen die erstere sicher mit vielen Arten nachts in die höheren Schichten des Meeres aufsteigt, die letztere wahrscheinlich ähnlich sich verhält. Ferner ist ein Tapetum bei *Evermannella atrata*, und, wenn meine Deutung der an der Pigmentschicht liegenden Gebilde richtig ist, auch bei *Malacosteus* und *Diplophos* vorhanden. Letztere Form wird von GÜNTHER nicht als Tiefseefisch gerechnet, und ich möchte mich ihm anschließen. Da andere Stomiatiden wie *Stomias*, *Idiacanthus* und *Chauliodus* nachts in den oberen Schichten gefangen sind, so ist vielleicht auch für *Malacosteus* eine ähnliche Lebensweise anzunehmen. Ueber den Aufenthalt von *Evermannella atrata* ist nichts bekannt. Da die Schnitte das Tapetum in den Pigmentzellen der Retina scleral, die Pigmentkörner vitral gelegen, also beide, wenn man die Verhältnisse von *Abramis* (EXNER und JANUSCHKE 1905, 1906) auf diese Form übertragen darf, in der Lage zeigen, die sie bei *Abramis* im Lichte einnehmen, so könnte man vielleicht auf einen Aufenthalt in nicht tiefem Wasser schließen. Es kommt noch hinzu, daß *E. atrata* ein gewöhnliches Seitenauge besitzt, während die beiden andern bekannten Arten *E. balbo* und *indica* ein Teleskopauge haben. *Pomatomus* wird zwar gewöhnlich als Tiefseefisch bezeichnet, GÜNTHER (1886) gibt aber an, daß er zwischen 150—360 m lebt. Auch deutet der Umstand, daß das Exemplar, das BEER (1894, p. 589) in Neapel untersucht hat, noch lebend an die Oberfläche kam, darauf hin, daß es aus nicht großer Tiefe gekommen ist. Von den von FRANZ (1905) als Tiefseeformen bezeichneten Selachiern haben *Chimaera* und *Laemargus* ein Verbreitungsgebiet, das sich nicht nur auf die eigentliche Tiefsee beschränkt, sondern auch noch bis in die, wenn auch schwach, belichtete Zone hinaufreicht. *Spinax* scheint allerdings dauernd tiefer zu leben, aber die starke Irisblende, die doch das Licht abzuschwächen dient, damit ein Sehen am Tage möglich wird, läßt einen Aufenthalt auch in höheren, stärker belichteten Schichten noch nicht ausgeschlossen erscheinen. Bei Tiefseecephalopoden ist ein Tapetum nicht gefunden. Die Tiefseekrabbe *Platymaia Wyrille Thomsoni*, die einzige, bei der DOFLEIN ein solches nachgewiesen hat, ist aus einer Tiefe von 296 m gekommen. Bei Tiefseedecapoden findet sich nach CHUN (1896) häufig ein Tapetum, und zwar, wie es scheint, auch bei Grundformen. Er faßt es, was sehr interessant ist, „als ein Erbteil mancher an der Oberfläche eine nächtliche Lebensweise

führender Kruster" auf (p. 257). Die übrigen oben noch genannten tapetierten marinen Tiere leben sämtlich im Bereich der Dämmerung.

Aber selbst zugegeben, daß manche von ihnen dauernd in der Tiefsee leben, so würde ihre Zahl doch im Vergleich zu der der nicht tapetierten Tiefseeformen eine verschwindend geringe sein. Es muß weiter noch auf die Tatsache hingewiesen werden, daß bei manchen von letzteren z. B. *Dolichopteryx*, *Dissomma*, *Leptocephalus* u. a. ein Tapetum in der Chorioidea vorhanden ist, aber für das Sehen infolge der eigentümlichen Lage unwirksam ist oder nur in der Jugend entwickelt ist, später aber reduziert wird. Aus diesen verschiedenen Beobachtungen könnte man vielleicht schließen, daß für die Entwicklung eines Tapetum im Auge in der Tiefsee, wo das phosphoreszierende Licht der Organismen allein (?) das Licht liefert, nicht die Bedingungen vorhanden sind. Wäre der Schluß richtig, so wäre damit ein Unterschied zwischen den Augen echter Tiefseefische und Dämmerungsfische gegeben. Der Schluß erscheint mir selbst bedenklich, aber es schien mir doch wichtig, auf diese Verbreitung des Tapetums aufmerksam zu machen.

Auf jeden Fall geht aus ihr hervor, daß in der Tiefsee ein Tapetum zum Sehen nicht notwendig ist. Damit fällt natürlich noch nicht die Ansicht BRÜCKE's und PÜTTER's von der Bedeutung des Tapetums. Denn auch bei vielen Nachttieren (*Tarsius*, *Stenops*, Fledermäusen u. a.) fehlt es. „Es kann ja, sagt BRÜCKE 1845, Tiere geben, deren Nervenhaut so reizbar ist, daß sie schon von einmaligem Durchgang des Lichtes so stark affiziert wird wie die eines andern durch doppelten."

Evermannella atrata verdient noch eine besondere Beachtung, weil wir hier ein Tapetum retinale haben. Ein solches ist von BRÜCKE bei *Abramis brama L.*, von H. MÜLLER bei *Acerina cerna L.* entdeckt, dann besonders von KÜHNE und SEWALL (1880), EXNER und JANUSCHKE (1905, 1906) und GARTEN (1907) genauer untersucht, von ersteren beiden auch noch bei *Alburnus bipunctatus L.*, *Blicca björkna L.* und *Bliccopsis abramo-rutilus* gefunden, und ferner ist es durch SÖMMERING, HOFMANN (1881), CHIEVITZ (1889) und ABELSDORFF (1898) vom Krokodil bekannt geworden. Dieses Tapetum retinale verdient deshalb großes Interesse, weil hier das Pigmentepithel außer der gewöhnlichen Funktion noch eine andere übernimmt, die sonst von einer Schicht der Chorioidea geleistet wird. Während sonst im Falle des Vorhandenseins eines Tapetums chorioideale das Pigment fehlt, ist hier beides in einer und derselben Zelle vorhanden. Wie KÜHNE und SEWALL, EXNER und JANUSCHKE und GARTEN aufgedeckt haben, wandert im Lichtauge das Pigment in die Fortsätze der Zellen und läßt nur die Zapfen frei, während das Tapetum scleral rückt und die Stäbchen umschließt. Im Dunkelauge dagegen verkürzen sich die Stäbchen und verlängern sich die Zapfenzellen, so daß die Stäbchen nach innen, die Zapfen nach außen verlagert werden, und weiter rückt das Pigment in die Basen, das Tapetum in die Fortsätze der Zellen. Die Bedeutung dieser Verschiebung der Stäbchen und Zapfen einerseits und des Pigments und Tapetums andererseits sehen KÜHNE und SEWALL darin, daß im Lichtauge die Zapfen den Lichtstrahlen ausgesetzt, die Stäbchen vor ihnen geschützt werden, dagegen im Dunkelauge das Verhältnis umgekehrt ist und das Tapetum das schwache Licht noch wieder auf die Stäbchen zurückwirft und die Empfindung verstärkt.

Bei *E. atrata* liegen die Verhältnisse zum Teil ganz ähnlich. Die Verteilung des Tapetums im Auge ist dieselbe, es findet sich nur in der dorsalen Hälfte. Ein wichtiger Unterschied ist

das Fehlen von Zapfen, und damit sollte die Bedeutung des Wanderns des Pigments und Tapetums eigentlich fortfallen. Man sollte erwarten, daß ähnlich wie beim Krokodil nach Abelsdorff (1898) das Pigment dauernd in Dunkelstellung sich befindet und außen in den Basen der Zellen liege, das Tapetum dagegen in den Fortsätzen. Bei *Ev. atrata* aber ist die Lage gerade die umgekehrte, dieselbe wie im Lichtauge von *Abramis*. Man könnte daraus schließen, daß der Fisch in so stark belichtete Schichten aufsteigt, daß das Tapetum unwirksam gemacht werden oder das Pigment hier noch wie gewöhnlich absorbierend und isolierend wirken müßte. Da die Stäbchen und Pigmentzellen auf den Präparaten in der dorsalen Hälfte des Auges nur ein sehr lockeres Gefüge zeigen, so wäre es auch möglich, daß trotz des vorgelagerten Pigments das Tapetum genügend zur Wirkung kommen könnte.

Die Gattung *Myctophum* verdient besondere Beachtung, weil hier das Retinapigment bei den jungen Fischen gebildet wird, dann aber im Laufe der weiteren Entwicklung wieder verschwindet. Scherl (1893) hat die Frage der Pigmentbildung bei Säugetieren, die ein Tapetum im Auge haben, untersucht und hat für Hund und Schaf nachgewiesen, daß das Pigment nicht wie bei andern Säugetieren ohne Tapetum von hinten nach vorn sich bildet, sondern von vorn nach hinten, und weiter daß in dem Bezirk, in dem das Tapetum beim entwickelten Tier sich findet, keine Pigmentkörner oder sehr spärliche auftreten. Er setzt diese Verschiedenheiten in Beziehung zur Bildung eines Tapetums. Es erscheint ihm (p. 156) eine „sehr gezwungene und durch keine Tatsachen bewiesene Annahme", daß auch im Bezirke des Tapetums sich zuerst Pigment bilde und dann wieder verschwinde. Bei *Myctophum* ist dieses nun tatsächlich der Fall. Hier ist anfangs in der ganzen Schicht Pigment vorhanden und verschwindet dann ganz allmählich wieder. Scherl nimmt weiter an, daß das Pigment in flüssiger Form von den Blutgefäßen den Zellen zugeführt wurde und hier dann zu Körnern sich verdichte. Ich will diese Annahme nicht bestreiten, aber die Wiederauflösung des gebildeten Pigments in den Zellen von *Myctophum* erfolgt wohl fraglos seitens der Zellen. Dieses und das Unterbleiben der Neubildung scheint mir die Annahme mehr berechtigt zu machen, daß die Zellen auch bei der Pigmentbildung eine aktivere Rolle spielen als Scherl annimmt. Es wäre auch die Möglichkeit nicht ohne Weiteres auszuschließen, daß die Pigmentbildung in dem Auge nicht einmal erfolgt, und das gebildete Pigment dann dauernd bis zum Tode erhalten bleibt, sondern fortwährend unter dem Einfluß des Lichtes aufgelöst und wieder erneuert wird. Man würde dann den Vorgang des Verschwindens des Pigments bei *Myctophum* nicht als eine einfache Auflösung des in der Jugend gebildeten aufzufassen haben, sondern als ein Aufhören der Pigmentbildung seitens der Zellen.

Da wir bei einer großen Zahl von Nachttieren große Augen mit großer Linse und weiter Pupille finden, und solche ja fraglos zur Ausnutzung des schwachen Lichtes große Vorteile bieten, wie schon Leuckart (1875) auseinandergesetzt hat, so sollte man erwarten, daß bei Tiefseefischen große Augen weit verbreitet seien, ja manchmal findet man den Satz, daß mit der Tiefe die Größe des Auges zunimmt. Dieses trifft nur zum Teil zu. Gewiß gibt es große Augen bei Tiefseefischen, z. B. die Fische mit Teleskopaugen, weiter *Bathylagus*, *Microstoma*, *Oxyodon*, *Lycodes macrops*, *Macrurus pumiliceps*, *cavernosus*, *Tripterophycis*, *Polyipnus*, *Microstoma*. Bei ihnen beträgt das Verhältnis des Auges zur Kopflänge 1 : 2,2 bis 1 : 3, aber die Mehrzahl ist es nicht, und auf keinen Fall läßt sich aus der Größe des Auges auf die Tiefe, in der das Tier lebt, schließen, ja nicht einmal auf ein Leben in der Tiefsee. Denn ein großes Auge ist auch bei Dämmerungs-

	Linsendurchmesser mm	Körperlänge mm	Verhältnis des Auges zur Kopflänge	Verhältnis des Abstandes der Stäbchen zum Linsenradius		Linsendurchmesser mm	Körperlänge mm	Verhältnis des Auges zur Kopflänge	Verhältnis des Abstandes der Stäbchen zum Linsenradius
Cyclothone microdon	0,28	25	1 : 10—12	1 : 1,4	*Evermannella atrata*	1,9	84	1 : 4	—
Gigantactis	0,33	30	1 : 22	1 : 1,7	*Microstoma*	3	105	1 : 2,7	1 : 2,3
Aceratias	0,8	21	1 : 6,6	1 : 1,6	*Avocettina*	0,74	288	1 : 16	1 : 2
Oneirodes	0,43	13	1 : 15	1 : 1,4	*Myctophum Warmingi*	1,6	22,5	1 : 3	1 : 1,7
Dactylostomias	0,55	37	1 : 7,5	1 : 2	*Gonostoma elongatum*	0,5	3,2	1 : 5,8	1 : 2,2
Stomias	0,6	—	♂ 1 : 3,5 ♀ 1 : 4,8	1 : 2,6	*Diplophos*	0,29	35	1 : 5	1 : 2
					Sternoptyx	2,5	29	1 : 2	1 : 1,6—2
Bathylychnus	1,3	6	1 : 5,3	1 : 2	*Triplophos*	1,5	144	1 : 6	1 : 2,1
Malacosteus	2,1	80	1 : 4	1 : 2	*Neobythites*	3,5	235	1 : 4	1 : 2
Melamphaes suborbitalis	0,63	22,7	1 : 5,5	1 : 1,7	*Halicmetus*	1,7	4,4	1 : 5,5	1 : 1,7
					Synaphobranchus	4	500	1 : 7	—

fischen, also solchen, die in den oberen Schichten bei Nacht, bei Tage etwa zwischen 200—400 m leben, weit verbreitet. Ich führe nur einige Beispiele an. *Pomatomus*, welcher Fisch durch sein großes Auge eine der ersten Stellen einnimmt, ist nach GÜNTHER ein Dämmerungsfisch. Bei *Priacanthus*, *Pseudopriacanthus* finden wir ein Auge, das $^1/_2$—$^1/_3$ so groß ist wie die Kopflänge. Bei einer dieser verwandten Art, die sich im Valdivia-Material befindet, finde ich bei einem 17,3 cm langen Exemplar und bei einer Kopflänge von 7,5 cm ein Auge, das 3,25 cm breit ist und eine 1,2 cm große Linse besitzt. Unter den Macruriden hat *M. fasciatus* ein sehr großes Auge (Verhältnis zur Kopflänge 1 : 2,4), diese Art ist aber in einer Tiefe von 155—178 m gefangen worden. Der größte Teil der als Tiefseefische gerechneten Fische hat mäßig große Augen, z. B. die Gattungen *Melamphaes*, die Stomiatiden (außer *Malacosteus*), die meisten Ophidiiden, Pleuronectiden u. a. Einige haben auffallend kleine Augen, z. B. die Ceratiiden, Saccopharyngiden, Cyclothone. Vielleicht sind sie in Rückbildung begriffen. Ich möchte es für die meisten Ceratiiden wegen der Kleinheit des Auges, der Linse und wegen des geringen Abstandes der Retina vom Linsencentrum annehmen, und ebenso für das Auge von *Dactylostomias* wegen der ganz auffallend kleinen Pupille, die allen Anforderungen an ein Dunkelauge widerspricht, aber das Cyclothone-Auge scheint mir diese Bewertung nicht zu verdienen. Es besitzt nämlich eine für das kleine Auge geradezu riesige Linse, die fast den ganzen Becher ausfüllt. Die Iris ist dabei sehr schmal, die Pupille fast so breit wie der Querdurchmesser des inneren Auges. Diese Verhältnisse dienen offenbar als starke Lichtfänger. Die Retina fällt auf durch die gleichmäßige Breite bis zur Iris, durch die großen Stäbchen, die geringe Zahl von bipolaren und Ganglienzellen und weiter durch den geringen Abstand vom Linsencentrum. Selbst wenn man eine starke Schrumpfung der Retina annehmen will, so würde das Verhältnis des Linsenradius zum Abstande der Retina vom Linsencentrum doch nur 1 : 1,4 betragen, d. h. der Abstand ist viel zu gering, um ein scharfes Sehen zu ermöglichen. Weiter ist der Retraktor sehr klein. Ich kann mir nur vorstellen, daß dieses Auge nur Bewegungen wahrnehmen kann, dafür aber besonders gut geeignet ist. Auffallend ist die dicke Pigmentschicht,

denn eine solche findet sich sehr oft (vgl. bes. EIGENMANN 1899) bei Augen, die auf dem Wege der Rückbildung sich befinden.

Ob bei den übrigen Tiefseefischen ein scharfes Sehen anzunehmen ist, darauf will ich bei der Besprechung des Teleskopauges eingehen.

Daß bei vielen ein aphakischer Raum vorhanden ist, also Lichtstrahlen auch ohne die Linse zu passieren, in das Auge gelangen, will ich nur kurz erwähnen; es ist eine Erscheinung, die nicht nur bei Dunkelfischen, sondern wie schon BEER (1898) gezeigt hat, auch bei vielen Lichtfischen zu finden ist. Sie kann also nicht als eine Anpassungserscheinung an das Dunkelsehen aufgefaßt werden.

Es finden sich noch viele Besonderheiten, welche fraglos großes Interesse verdienen und wahrscheinlich auch biologisch von großer Bedeutung sind; ich erinnere nur an das Stielauge von *Stylophthalmus*, an die schmale Augenform mit dem ventralen Pigmentzipfel bei einigen Larven, an den sonderbaren Tapetumkegel bei *Leptocephalus mirabilis* und *Dolichopteryx*, aber ich will mich auf die Hervorhebung beschränken, weil mir die Bedeutung der Bildungen ganz unverständlich ist.

Dagegen verdient eine ausführlichere Besprechung und die größte Beachtung das sogenannte Teleskopauge. Die bisher betrachteten Charaktere haben sich ausgebildet, ohne daß wesentliche, sichtbare Umgestaltungen und Umdifferenzierungen des typischen Teleosteer-Auges eingetreten sind. Dagegen bietet das Teleskopauge eine Erscheinung, bei welcher progressive Entwicklung unter so weitgehender Aenderung der Form und so großer Umdifferenzierung vieler Teile des Auges erfolgt, daß uns ein neuer Augentypus entgegentritt. Es ist zwar von *Argyropelecus* schon früher durch LEUCKART bekannt geworden, und man kannte auch *Stylephorus*, *Evermannella balbo* und *Ichthyococcus*, aber ihr Auge hat keine weitere Beachtung gefunden. Nur LEUCKART hat das *Argyropelecus*-Auge untersucht, aber auch er hat die wichtigsten Eigentümlichkeiten nicht erkannt. Die Entdeckung des Teleskopauges ist fraglos ein großes Verdienst der Valdivia-Expedition, das um so größere Bedeutung hat und um so mehr Interesse in Anspruch nehmen kann als dieser Typus nicht als ein vereinzeltes Vorkommen wie etwa die Zweiteilung des Auges von *Anableps* unter den Litoralfischen uns entgegentritt, sondern als eine bei Tiefseefischen weit verbreitete Erscheinung. Bei nicht weniger als 12 Gattungen, *Ichthyococcus*, *Bathytroctes*, *Platytroctes*, *Argyropelecus*, *Dolichopteryx*, *Winteria*, *Opisthoproctus*, *Dissomma*, *Gigantura*, *Evermannella*, *Leptocephalus* und wahrscheinlich *Stylephorus*, die 7 verschiedenen Familien angehören, treffen wir das Teleskopauge in typischer Ausbildung, und bei *Vinciguerria*, *Valenciennellus*, *Myctophum (arcticum* und *parallelum)* und *Bathylagus* im Beginn der Entwicklung. Es kann deshalb kaum eine Frage sein, daß in Wirklichkeit das Teleskopauge bei Tiefseefischen noch viel verbreiteter ist, das Valdivia-Material nur eine kleine Stichprobe darstellt. Die letztgenannten sind Dämmerungsfische, aber der größte Teil der zuerst genannten dürften echte Tiefseefische sein, da sie sonst schwerlich so lange unbekannt geblieben wären, und das Auftreten dieses Augentypus in so vielen, zum Teil weit voneinander entfernten Familien auf ein großes Gebiet mit ganz besonderen, aber gleichmäßigen, wenig schwankenden Lichtverhältnissen hinweist.

Um die charakteristischen Züge des Teleskopauges darzulegen und ihre Bedeutung zu verstehen, wird man am besten von typischen Teleosteeraugen ausgehen. Ich beschränke mich auch hier nur auf die wichtigsten Punkte. So lasse ich die Wölbung der Cornea und den Bau

der Sclera außer Acht, weil die verschieden starken Krümmungen der ersteren wegen der Uebereinstimmung ihres Brechungsexponenten mit dem des Wassers ohne Bedeutung für das Sehen sind, und die Sclera zum Teil dieselben Verschiedenheiten im Bau auch bei Oberflächenfischen zeigt, besonders das Fehlen von knöchernen Skeletstücken und die wenig faserige, dünne Ausbildung des von Skeletteilen freien Abschnitts (vgl. Langhans 1865).

Abgesehen von einigen Formen wie *Pleuronectiden*, *Uranoscopus* u. a., bei denen infolge der Abplattung der Gestalt oder der Lebensweise die Augen auf der physiologischen oder auch morphologischen Rückenfläche des Kopfes gelegen sind und nach oben sehen, sind sie seitlich am Kopf, ein wenig schräg, mit den nasalen Rändern konvergierend gelagert, so daß sie seitwärts vorwärts blicken, und ein binokuläres Sehen nicht oder nur in geringem Grade möglich ist. Beide Augen sind in der Regel durch einen breiten Interorbitalraum, in dessen Bereich das Gehirn gelegen ist, voneinander getrennt. Der Bulbus ist meist ellipsoidisch, selten kuglig gebaut. Der vertikale Durchmesser ist gleich dem horizontalen oder, bei querovaler Gestalt, kleiner, der sagittale oder die Hauptachse ist stets bedeutend kürzer als jene beiden. Die Pupille liegt in der Regel central, ist rund oder queroval. Die Iris ist meist allseitig gleich breit, als quere Scheidewand zwischen der vordern und hintern Augenkammer wohl entwickelt. In vielen Fällen bedeckt sie die Linse nicht allseitig, sondern läßt nasal einen Spalt, einen aphakischen Raum frei, durch den Lichtstrahlen direkt in das Innere des Auges gelangen können. Die kuglige Linse liegt central, mit der größeren Hälfte in der hintern Augenkammer. Sie wird durch das dorsal liegende Aufhängeband gehalten; ventral steht mit ihr der Retraktor in Verbindung, der von der ventralen Seite entspringt, schräg nasad gegen die Linse zieht und sich an ihrer vordern Wand mit einer dünnen Sehne festsetzt, so daß eine Kontraktion des Muskels die Linse temporad mediad bewegt und damit das in der Ruhe kurzsichtige Auge für die Ferne einstellt (Beer). Der Abstand der Stäbchen vom Linsencentrum ist gering, sein Verhältnis zum Linsenradius beträgt nach Matthiessen 1 : 2,5 (vgl. auch Franz 1905). Ein Ciliarkörper fehlt, ebenso fehlt in den meisten Fällen die Möglichkeit einer Erweiterung und Verengerung der Pupille. Die Retina überzieht gleichmäßig den ganzen Augengrund und nimmt allmählich gegen die Iriswurzel ab. Der Verbindungsteil ist sehr kurz oder meist gar nicht entwickelt. Die Opticuspapille liegt in der medialen Wand, in der Regel etwas excentrisch. Die Augenmuskeln zeigen die für ein typisches Wirbeltierauge charakteristische Anordnung.

Wie anders ist dagegen das Bild der Teleskopaugen! Wenn wir von Besonderheiten, die einige bieten, und ebenso von den noch nicht völlig ausgebildeten Formen absehen, so ergeben sich besonders folgende Unterschiede. Das Auge ist ebenfalls seitlich am Kopf gelegen, aber es ist nicht seitlich, sondern dorsad (*Argyropelecus*, *Dolichopteryx*, *Leptocephalus*, *Evermannella*, *Opisthoproctus*, *Dissomma*) oder rostrad (*Gigantura*) oder laterad-dorsad (*Ichthyococcus*) oder rostrad-dorsad (*Winteria*) gerichtet. Die Cornea bedeckt das Auge nur dorsal bei dorsad gerichteten Augen (*Opisthoproctus*) oder nasal bei nasad gerichteten (*Gigantura*, *Winteria*) oder auch lateral (z. B. *Argyropelecus*, *Dissomma*, *Dolichopteryx*). Das innere Auge (Auge außer Sclera und Chorioidea) ist im Allgemeinen röhren-, teleskopförmig gestaltet. Die Hauptachse (Cornea-Augengrund) ist bedeutend länger als die Querachse, verhält sich also gerade umgekehrt wie im gewöhnlichen Seitenauge. Die Pupille, die entweder dorsal oder nasal gelegen ist, ist sehr weit, meist fast so breit wie der Querdurchmesser der Röhre. Eine quere Scheidewand zwischen vorderer und

hinterer Kammer, also eine Iris, fehlt ganz oder fast ganz. Die Linse ist sehr groß und ragt bis zur Hälfte oder selbst noch weiter aus der Pupille nach außen vor. Sie liegt überall außer bei *Bathy-* und *Platytroctes* dem Pupillarrand eng an, so daß ein aphakischer Raum fehlt. Ein Retractor lentis ist bei allen wohl entwickelt, ebenso ein Suspensorium. Während ein retinafreier Abschnitt zwischen Iris und Retina oder ein sogenannter Verbindungsteil beim Fischauge sehr schwach entwickelt ist, erscheint er hier, äußerlich betrachtet, sehr lang, ist es aber, wie gleich noch näher erörtert werden soll, in Wirklichkeit nicht. Die Retina zeigt eine Sonderung in eine Haupt- und Nebenretina, die verschieden differenziert sind und mehr minder scharf voneinander getrennt sind. Die Nebenretina liegt dem Pupillarrand und der Linse nahe, die Hauptretina nimmt den Augengrund ein. In der Hauptretina sind die Stäbchen lang, dünn und zahlreich, in der Nebenretina dagegen sind sie kürzer, dicker und weniger zahlreich. Ebenso ist die Breite beider und die Zahl und Breite der Schichten verschieden. Der Abstand der Hauptretina vom Linsencentrum ist der normale, dagegen liegt die Nebenretina der Linse fast direkt an. Die Opticuspapille liegt meist auf der Grenze zwischen der Haupt- und Nebenretina oder nahe der Kante zwischen der medialen und ventralen Wand bei dorsad gerichteten Augen oder nahe der medialen temporalen Kante bei rostrad gerichteten. Beide Augen sind nur durch ein sehr schmales Interorbitalseptum voneinander getrennt, ihre Hauptachsen sind einander parallel oder fast parallel, so daß ein binoculäres Sehen möglich ist. Die Augenmuskeln sind stark verlagert und schwach entwickelt, zum Teil reduziert, so daß eine Bewegung des Auges kaum möglich erscheint.

Weil beide Augen durch ihre Gestalt und gegenseitige Lage auffallend an ein Teleskop erinnern, hat Chun sie „Teleskopaugen" genannt. Da die Fische kurzsichtig sind, so paßt diese Bezeichnung natürlich nicht für die Leistung des Auges. Da lediglich die äußere Gestalt und Lage die Bezeichnung veranlaßt hat, so wird man in die Gruppe der Teleskopaugen auch andere ähnlich röhrenartig ausgezogene Augen einreihen, so das Eulenauge, die Augen mancher Tiefseecephalopoden, Heteropoden, mancher Arthropoden, aber wenn man auch den inneren Bau berücksichtigt, so sind die in dieser Gruppe vereinigten Augen sehr verschiedenartig.

Im Jahresberichte für Ophthalmologie 1902 ist als ein Hauptcharakter für das Teleskopauge angegeben, daß „der sonst bei Fischen schlecht entwickelte Verbindungsteil zwischen der Cornea und dem Augenhintergrund teleskopartig ausgezogen ist". Dieses ist falsch, wie wir gleich sehen werden. Zu dieser Ansicht kann ja die äußere Gestalt verleiten und auch ein Vergleich mit dem ähnlich geformten Auge der Eulen oder auch mancher Tiefseecephalopoden (Chun). Diese Augen sind sehr wahrscheinlich in der Weise aus dem gewöhnlichen Seitenauge abzuleiten, daß sie sich um 90° entweder nach vorn oder nach oben gedreht und dann der Verbindungsteil sich lang röhrenartig ausgezogen hat. Das Teleskopauge der Fische hat dagegen eine total andere Entstehung und die verschiedenen Wände des röhrenartigen Teils entsprechen nicht den Wänden des Verbindungsteils jener Augen. Hierauf weist schon der Bau des fertigen Auges hin. Bei jenen Augen überdeckt die Cornea nur die Pupille, hier dagegen ist sie in den meisten Fällen auch auf der lateralen Seite entwickelt wie beim gewöhnlichen Seitenauge, obwohl von hier Licht durch die Cornea nicht mehr in das Auge gelangen kann (von dem bei einigen entwickelten Fenster in der lateralen Wand jetzt abgesehen). Ferner dringt der Opticus an der medialen Wand in der Regel ein wie beim Seitenauge, nur caudad verschoben, während

er, wenn das Auge sich einfach gedreht hätte, im Augengrunde eindringen müßte, wie es auch bei der Eule der Fall ist. Weiter findet sich die Pars optica bei diesem und auch dem Teleskopauge der Cephalopoden nur im Augengrunde, dagegen bleiben die Wände des Verbindungsteils völlig frei. Hier dagegen besitzen alle Wände mit Ausnahme der lateralen mehr oder weniger stark ausgebildete Retina. LEUCKART (1875) erkannte schon richtig diesen Unterschied beim Teleskopauge von *Argyropelecus*, wenn ich ihn recht verstehe. Er sagt nämlich p. 189: „Der sonderbare *Argyropelecus* besitzt sogar ein trichterförmiges Verbindungsstück von ansehnlicher Höhe, freilich nicht in ganzer Peripherie des Augengrundes, sondern bloß an der Facialfläche, so daß die Cornea dadurch nach dem Scheitel zu gehoben wird."

Das sind, wie gesagt, Verschiedenheiten, welche sich mit jener Auffassung nicht vereinbaren, sondern auf eine ganz andere Bildungsweise schließen lassen. Und das ist auch der Fall. Glücklicherweise hat die Expedition von einigen Formen *Argyropelecus*, *Dissomma* und *Evermannella* einige Entwicklungsstadien mitgebracht, und wenn sie auch nicht zahlreich sind, so können sie uns doch ein befriedigendes Bild von der Entwicklung geben.

Ich berücksichtige dabei in erster Linie jene drei Gattungen, also dorsad gerichtete Augen; auf die Verschiedenheiten anderer gehe ich später ein.

Das junge Auge, das bereits alle Hauptteile entwickelt und histologisch differenziert zeigt, erscheint wie ein typisches Seitenauge. Sehr bald aber treten äußerlich erkennbar folgende Vorgänge ein. Zunächst wird die Form eine andere, indem bei dorsad gerichteter Entwicklung der vertikale Durchmesser bedeutend den horizontalen übertrifft. Alsdann verschiebt sich die Linse und Pupille aus ihrer centralen Lage dorsad und damit verliert zugleich die Iris dorsal an Breite und gewinnt ventral. Ferner erweitert die Cornea dorsal in medialer Richtung ihr Gebiet. Diese Vorgänge setzen sich in gleicher Weise fort, bis im extremsten Falle die Pupille und Linse ganz auf die dorsale Wand verlagert sind, der früher dorsale Pupillarrand jetzt als medialer erscheint und der früher ventrale bis fast auf dieselbe Höhe mit dem medialen gerückt ist. Wenn man diese Veränderungen nur makroskopisch verfolgt, so kann man den Eindruck gewinnen, als ob das innere Auge sich allmählich um 90° drehe innerhalb des äußeren Mantels. Dieser scheint nämlich seine Lage ziemlich zu bewahren, nur die Cornea scheint dorsal sich auszubreiten. Dieser Eindruck ist aber nur zum Teil richtig, wie die Verfolgung der Umbildung auf den Schnitten erweist. Diese lassen allerdings eine Drehung des inneren Auges erkennen. Denn man sieht, daß die Pars optica, die im jugendlichen Seitenauge den ganzen Augengrund einnimmt und gleichmäßig dick ist, sich durch eine horizontale Furche in eine dorsale und ventrale Hälfte sondert, wie dann weiter eine Verschiebung in der Richtung eintritt, daß die ventrale Hälfte auf die ventrale Wand verlagert wird, die dorsale dagegen die Seitenwände außer der lateralen einnimmt. Diese tatsächlich stattfindende Drehung umfaßt nicht ganz 90°, da ja ein Teil der Hauptretina schon früher ventral und ebenso ein Teil der Nebenretina schon vorher an den Seitenwänden lag, und da weiter nach der Drehung die Hauptretina die laterale Wand noch freiläßt. Diese besitzt stets nur indifferentes Epithel. Es müßte ferner die Opticuspapille in der ventralen Wand liegen; auch dieses trifft außer in einem Falle nicht zu, sondern sie bleibt in der medialen Wand. Ferner weisen die Veränderungen, die die Iris durchmacht, auf einen andern Vorgang. Anfangs ist der dorsale und ventrale Teil der Iris gleich, dann aber wird mit der Verlagerung in medialer Richtung der erstere immer kleiner und schließlich bis

auf eine sehr kleine Falte reduziert, dagegen vergrößert der ventrale Teil immer mehr sein Gebiet in dorsaler Richtung, und dieses ist nur durch ein selbständiges Auswachsen zu erklären. Dafür spricht auch der Retraktor. Denn er tritt im ausgebildeten Auge aus der Wand an der ventralen Kante hervor wie früher, ist aber viel länger, und diese Länge dürfte ebenfalls nur auf eigenes Wachstum zurückzuführen sein. Aus dieser Umbildung der Iris folgt, daß die laterale Wand des Teleskopauges nicht einem „Verbindungsteil" gleich zu setzen, sondern als verlängerte und verbreiterte Iris aufzufassen ist. Ein Abschnitt, der jenen Namen verdiente, fehlt dem Teleskopauge ebenso wie dem gewöhnlichen Fischauge. An die Iris schließt sich nach innen direkt die Pars optica an.

Die Linse, durch das Suspensorium gehalten, wird mit der Verlagerung der Pupille dorsad verschoben. Die Cornea und Sclera erleiden in den meisten Fällen zwar auch eine Drehung, aber sie ist nur gering. Denn dem Betrage, den die Cornea dorsal gewinnt, entspricht nicht der Betrag, den sie ventral verliert. Der Scleraknorpel ist im fertigen Auge ventral zwar breiter als dorsal und reicht auch etwas auf die laterale Wand hinauf, aber diese ungleiche Breite, die anfangs nicht vorhanden war, läßt schließen, daß sie auf ein selbständiges Vorwachsen des Knorpels, wenn nicht ganz, so doch zum Teil zurückzuführen ist. Ferner sei noch auf die Verlagerung des Ligamentum pectinatum an der lateralen Wand hingewiesen, die deutlich zeigt, wie mit der Verschiebung der inneren Teile die äußere Hülle nicht gleichen Schritt hält. Zu diesen Veränderungen kommt nun noch weiter eine Verschmälerung des Interorbitalteils bis auf ein dünnes Septum, die durch die mit der Umgestaltung einhergehende Vergrößerung des Auges bedingt ist, und damit ein enges Aneinanderlagern der beiden Augen, eine Reduktion und Verlagerung der Muskeln, die ich aber nicht verfolgen konnte, und besonders eine verschiedene Differenzierung der Netzhaut und die verschiedene Lagerung ihrer Teile zur Linse hinzu. Die ventrale Hälfte wird in allen Fällen bei dorsad gerichteten Augen zur hochdifferenzierten Hauptretina, die dorsale dagegen wird zum größten Teil reduziert, nur im dorsalen, der Iris anliegenden Teil bleibt sie erhalten, hat aber auch hier geringe Breite, dicke kurze Stäbchen, nur eine Reihe Stäbchenkerne, wenige bipolare und Ganglienzellen. Endlich sei noch darauf hingewiesen, daß das Retinapigment im jungen Auge Lichtstellung hat, im ausgebildeten Dunkelstellung.

Für die Feststellung der Entwicklung der rostrad gerichteten Teleskopaugen liegen zwar Entwicklungsstadien nicht vor, aber es kann kaum ein Zweifel aufkommen, daß hier dieselbe im Prinzip in ganz gleicher Weise erfolgt, nur geht hier die Verschiebung und das Auswachsen in anderer Richtung vor sich. Was beim dorsad gerichteten Auge die ventrale Wand ist, ist hier die temporale oder caudale, der dorsalen entspricht die nasale. Hier wird die temporale Hälfte der Retina des Seitenauges zur Hauptretina des Teleskopauges und die nasale zur Nebenretina. Auf eine solche prinzipiell gleiche Entwicklung weisen einmal die Verhältnisse des ausgebildeten Auges, die deutlich einen ungleichmäßigen Verlauf für die Hülle und das innere Auge anzeigen, und weiter dann die Augen von *Bathylagus*, *Bathy-* und *Platytroctes*, die man als Entwicklungsstadien eines rostrad gerichteten Teleskopauges auffassen könnte. Sie erscheinen zwar noch ganz wie Seitenaugen, auch der Interorbitalraum ist noch ziemlich breit, aber es sind bereits einige wichtige Veränderungen vorhanden. So ist der horizontale Durchmesser viel größer als der vertikale, die nasale Iris ist sehr schmal, die temporale sehr breit, die Pupille und Linse sind

nasad weit verschoben. Ferner ist die Pars optica zwar eine kontinuierliche Schicht, aber in zwei Teile differenziert und ein wenig bereits gedreht, die Hauptretina temporad, die Nebenretina besonders auf die mediale Wand. Das sind Verschiedenheiten, die man auch in der Entwicklung eines rostrad gerichteten Teleskopauges, wie es sich bei *Gigantura*, *Winteria* findet, erwarten muß.

Das im Obigen gegebene Bild paßt aber nur im allgemeinen für die Ausbildung eines Teleskopauges. Im Einzelnen finden sich bei den verschiedenen Arten Unterschiede nicht nur im Grade der Ausbildung, sondern auch im Verlauf. Sie sind besonders deshalb interessant, weil sie deutlich erkennen lassen, daß, wie nicht anders zu erwarten war, entsprechend der ganz verschiedenen systematischen Stellung die Ausbildung im Einzelnen verschiedene Wege eingeschlagen hat, und dann weil wir bei erwachsenen Tieren verschiedene Stufen der Ausbildung haben, die mehr oder weniger mit den verschiedenen, die wir in der Entwicklung eines Teleskopauges antreffen, übereinstimmen.

Von Unterschieden mögen nur folgende hervorgehoben werden. Bei *Ichthyococcus* scheint die Drehung des ganzen Auges eine größere zu sein als bei andern Formen. Denn obwohl die Teilung der Retina und die verschiedene Differenzierung noch nicht so weit vorgeschritten ist, wie z. B. bei *Argyropelecus*, reicht der Scleraknorpel an der lateralen Wand viel weiter dorsad, die Cornea ist also schmäler, und weiter liegt die Opticuspapille nicht mehr in der medialen Wand, sondern in der ventralen, in der Hauptretina. In andern Fällen, z. B. bei *Dolichopteryx*, *Winteria*, *Gigantura*, findet sich zwar ebenfalls Knorpel im ventralen Teil der lateralen Wand, oder die Cornea propria zeigt hier nicht mehr das homogene Gefüge wie über der Pupille, aber in diesen Fällen berechtigen diese Verhältnisse noch nicht zur Annahme einer weitgehenden Drehung des ganzen Auges, sondern höchstens nur des Mantels, weil die Opticuspapille noch an der medialen Seite gelegen ist, das innere Auge also nicht die gleich starke Verschiebung erlitten hat wie der Mantel. Aber auch für diesen möchte ich eine stärkere Drehung bezweifeln und jene Verhältnisse, die dafür zu sprechen scheinen, für sekundäre halten, die mit der vollkommenen Ausbildung dieser Teleskopaugen entstanden sind.

Auf den eigentümlichen Tapetumkegel an der Basis des Auges von *Leptocephalus* und *Dolichopteryx* habe ich oben schon bei der Besprechung des Tapetums hingewiesen. Er dürfte nur als eine Bildung des ehemaligen Seitenauges aufzufassen sein, die mit der Umbildung desselben eine sonderbare Verlagerung und Anordnung erfahren hat. Da das Retinapigment eine geschlossene Schicht bildet, kann er für das Sehen nicht in Betracht kommen. Ebensowenig ist die Fovea lateralis bei *Bathy-* und *Platytroctes*, so interessant sie ist, als eine für das Teleskopauge charakteristische Bildung aufzufassen.

Eine besondere Bildung ist auch die Membran oder Falte, welche das Auge von *Evermannella indica* und *balbo* zum größten Teil bedeckt. Sie erscheint als eine Schutzfalte, die nichts mit dem Sehen zu tun hat. Sie ist der Gattung eigentümlich; sie findet sich auch am gewöhnlichen Seitenauge von *E. atrata*.

Dagegen verdient eine ganz andere Beurteilung das von mir als Linsenkissen bezeichnete Polster oder die dicke Membran am Auge von *Dissomma*. Es liegt innerhalb des Auges und steht mit einem glatten Muskel in Verbindung. Es erscheint mir fraglos, daß es sich zur Stütze der hier sehr weit in die vordere Augenkammer vorgelagerten Linse ausgebildet hat. Es über-

ragt den lateralen Pupillarrand, und ihm liegt die Linse direkt auf. Da der glatte Muskel durch seine Kontraktion diese Stütze seitlich abwärts zieht, so muß die Linse sinken, d. h. der Hauptretina näher gerückt werden, das Auge also für die Ferne eingestellt werden. Ich sehe diesen Apparat deshalb auch als eine besondere Akkommodationseinrichtung an und werde in dieser Ansicht noch dadurch bestärkt, daß der Retractor lentis fehlt. Wie ich schon im speziellen Teil sagte, scheint mir das Polster aus dem Ligamentum pectinatum hervorgegangen zu sein und der Muskel ist vielleicht dem Retraktor gleich, der sich hier nur in anderer Richtung entwickelt hat.

Die wichtigsten Unterschiede betreffen die Teilung der Retina und die Differenzierung ihrer Hälften. Bei *Vinciguerria*, *Ichthyococcus*, *Valenciennellus*, *Bathygadus*, *Bathytroctes*, *Platytroctes* und vielleicht auch *Myctophum arcticum* und *parallelum* sind beide Hälften in voller Kontinuität, die Nebenretina ist an den ganzen Seitenwänden entwickelt, wenn auch die Unterschiede von der Hauptretina bereits stark hervortreten. Bei den übrigen sehen wir dagegen mehr und mehr eine schärfere Scheidung eintreten, indem einmal die Grenze zwischen beiden scharf hervortritt durch eine Abknickung beider gegeneinander und indem weiter die Nebenretina besonders in dem an die Hauptretina anstoßenden Teile stärker reduziert wird. Im Allgemeinen geht diese Reduktion derart vor sich, daß sie in dem dem Pupillarrand nächst gelegenen Gebiet am besten erhalten bleibt. Sie kann im übrigen Teil ganz oder fast ganz verschwinden oder wie bei *Gigantura*, *Winteria*, *Opisthoproctus* an der ganzen Wand erhalten bleiben, wenn auch ihre Entwicklung sehr kümmerlich ist.

Als eine ganz besondere Differenzierung des Teleskopauges stellt sich die aus der Wand nach außen vorgebuchtete Nebenretina oder das von solcher ausgekleidete Fenster dar. Es ist bei *Dolichopteryx*, *Dissomma*, *Winteria*, *Opisthoproctus* und *Gigantura* gefunden, also bei 5 Gattungen, die 4 verschiedenen, zum Teil weit voneinander entfernten Familien angehören. Die Lage ist zwar verschieden, bei drei nahe dem Pupillarrande, und die Oeffnung des Fensters so nach außen gelegen, daß Licht ohne Weiteres eindringen kann, bei *Gigantura* und *Dissomma* dagegen in der Mitte bzw. nahe der ventralen Kante der medialen Wand neben der Opticuspapille. Diese verschiedene Lage könnte für die beiden letzteren eine andere morphologische Beurteilung bedingen, aber die ganze Gestaltung und Differenzierung, Verschiebung nach außen sind prinzipiell so ähnlich, daß man meiner Ansicht nach alle als gleichwertige Bildungen auffassen muß. Während die übrige Nebenretina ihren Zusammenhang mit der Hauptretina wahrt oder doch nur als eine Weiterbildung der gewöhnlichen Verhältnisse ohne Ausbildung eines neuen Charakters erscheint, sehen wir hier etwas total Neues darin auftreten, daß dieses Stück Retina nach außen sich vorbuchtet und ihr Licht nicht durch die Linse, sondern direkt von außen erhält, und daß weiter dieses Licht zuerst die Stäbchen und zuletzt die Ganglienzellen trifft, also umgekehrt wie in der übrigen Retina. Ob die beiden Fenster bei *Gigantura* und *Dissomma* Licht und woher sie es erhalten, kann ich nicht sagen. Ihre hohe Ausbildung läßt sie nicht als rudimentär beurteilen. In meiner vorläufigen Mitteilung (1902) hatte ich, da mir die Fenster besonders von *Winteria* und *Opisthoproctus*, die mir Klarheit gaben, noch unbekannt waren, die Bildung bei *Dissomma* als rudimentär aufgefaßt und angenommen, daß bei der Teilung der Retina und der hiermit erfolgenden Abknickung der beiden Hälften gegeneinander ein Stück der Nebenretina abgeschnürt oder nach außen gepreßt sei, indessen ist diese Ansicht sicher falsch, es handelt sich sicher um einen normalen Vorgang, um eine besondere Differenzierung dieses Teleskopauges.

Die Bildung dieses Fensters zeigt verschiedene Grade der Differenzierung, was für das Verständnis der Entstehung von großem Wert ist. Bei *Dolichopteryx* ist die Ausbuchtung sehr gering, bei *Winteria* am stärksten, und weiter ist bei diesem Fisch der Knorpel der Sclera noch mehr beteiligt als bei *Opisthoproctus*, indem er einen Schutzmantel um das Fenster bildet, der, wie seine ganze Form und Lage und sein Verhältnis zum übrigen Knorpel zeigt, fraglos in Beziehung zu diesem Fenster entstanden ist. Der Mantel erinnert ganz auffallend an die knöcherne Schutzwand, welche das orbitale Leuchtorgan bei vielen Leuchtfischen seitlich deckt.

Trotz dieser Verschiedenheiten, die in Anbetracht der so sehr verschiedenen systematischen Stellung der Formen, wie gesagt, nicht überraschen kann, zeigt im Prinzip das Teleskopauge doch immer das gleiche Bild, nur der Grad der Ausbildung ist verschieden. Wir haben alle Stufen. Bei *Vinciguerria*, *Valenciennellus* ein Anfang der Teilung der Retina und Verschmälerung des Auges ohne sonstige wesentliche Veränderung des Auges, bei *Argyropelecus*, *Opisthoproctus*, *Dissomma*, *Evermannella* und *Leptocephalus* die höchste Stufe des dorsad entwickelten Teleskopauges mit allen Eigentümlichkeiten. *Bathylagus*, *Bathytroctes* und *Platytroctes* bilden dagegen die Anfangsstufe zu dem bei *Winteria* und *Gigantura* am höchsten entwickelten, rostrad entwickelten Teleskopauge. Diese große Zahl von verschiedenen Stufen ist von großem Wert. Wir haben hier ein ausgezeichnetes, seltenes Beispiel dafür, wie die verschiedenen Stadien der Entwicklung eines Organs eines Tieres auch noch im ausgebildeten Zustande bei verschiedenen Gattungen vorhanden sind, und wie es sich aus kleinen Anfängen ausgebildet hat, und jede Stufe der Ausbildung auch tatsächlich erhaltungsfähig gewesen ist. Selbstverständlich gilt dieses nur von der Ausbildung im Allgemeinen. Im Einzelnen hat sicher jedes Auge seinen ihm eigentümlichen Gang gehabt, und wie die z. T. weit auseinanderstehenden Formen beweisen, haben wir es im Teleskopauge mit einer Konvergenzerscheinung zu tun, und die verschiedenen Stufen stellen uns in der in jeder Gattung selbständig erfolgten Umbildung des Seitenauges zum Teleskopauge verschieden weit entwickelte Stadien dar. Auf eine Verwandtschaft der Formen ist aus dem Besitz eines Teleskopauges nichts zu schließen.

Bevor wir an die Erörterung der Frage nach der Bedeutung des Teleskopauges der Fische gehen, möge Umschau gehalten werden, ob wir auch bei andern Tieren dem Teleskopauge vergleichbare Augen antreffen.

Unter den Wirbeltieraugen wird man zunächst an das Eulenauge denken, aber wenn es physiologisch in manchen wichtigen Punkten sich auch vergleichen läßt, und auch die äußere Gestalt ähnlich erscheint, so ist es doch nicht dem Teleskopauge der Fische gleich zu setzen, wie z. B. FRANZ (1907) es tut. Das Eulenauge ist nur, wie ich schon oben erörterte. ein röhrenartig ausgezogenes und gedrehtes gewöhnliches Seitenauge. Das Wichtigste, was FRANZ allerdings als nebensächlich beurteilt, die Teilung und Differenzierung der Retina, die nur durch eine ganz andere Entwicklung entstehen kann, fehlt hier.

Nur ein Wirbeltierauge bietet in einem Punkt Aehnliches, das ist das von PÜTTER (1903) untersuchte Auge von *Hyperoodon rostratus*. Es ist zwar in der Form und Lage ein gewöhnliches Seitenauge, aber es hat sich, wie es scheint, ein Teil der Retina hinter dem Iriswinkel im untern Teil des Bulbus aus dem Verbande gelöst. Ob freilich diese Bildung dem von Retina ausgekleideten Fenster einiger Teleskopaugen gleich zu setzen ist, hat große Bedenken, weil nach PÜTTER's Darlegung, die allerdings wegen des geringen Materials und der offenbar die

Einzelheiten nicht genügend erkennen lassenden Konservierung nicht erschöpfend ist, dieses Stück Retina keine Ganglienzellen besitzen und deshalb nicht vom Opticus, sondern vielleicht von Ciliarnerven innerviert werden soll. Pütter betrachtet es als ein neues Sinnesorgan, das die Funktion hat, „die Schwankungen des hydrostatischen Drucks beim Tauchen in die Tiefe in Nervenerregung umzusetzen" (p. 301). Man muß erst weiteres Material abwarten, um über diese Bildung ein sicheres Urteil abgeben zu können.

Unter den Wirbellosen finden wir dagegen mehrfach Augen, die diese oder jene Charaktere von Teleskopaugen zeigen.

Die von Chun (1903) untersuchten, von ihm auch als Teleskopaugen bezeichneten Augen der Tiefseecephalopoden *Amphitretus* und *Vampyroteuthis* verdienen nach meiner Ansicht eine ähnliche Beurteilung wie das Eulenauge. Man kann sie wegen der Gestalt und Lage der beiden Augen als Teleskopaugen bezeichnen, sie sind aber wegen ihres verschiedenen Baus nicht denen der Fische gleich zu setzen.

Dagegen findet sich eine Teilung des Auges, die der der Fischretina in eine Haupt- und Nebenretina vergleichbar ist, bei manchen Krebsen und Insekten. Bei ersteren ist sie zuerst von Samassa (1891) bei *Bythotrephes* gesehen, von Chun (1896) aber erst bei Schizopoden und Cladoceren ausführlich untersucht und in ihrer Bedeutung erkannt. Miltz (1899) hat Chun's Angaben für die Polyphemiden noch erweitert und ergänzt. Unter den Insekten hat Zimmer (1897) die schon Réaumur und de Geer bekannte Zweiteilung des Auges bei den Männchen der Ephemeriden, Exner (1891) bei Libellen und Kellogg (1898) bei einigen blutsaugenden Dipteren genauer erforscht. In allen Fällen ist das kugelige Facettenauge in zwei Teile gesondert, in einen mit langen Facetten oder das „Frontauge" (Chun) und in einen mit kurzen Facetten oder das „Seitenauge". Für die Schizopoden und Polyphemiden konnten Chun und Miltz ebenso wie ich für die Teleskopfische verschiedene Stufen der Ausbildung nachweisen. In einem wichtigen Punkte weicht das Teleskopauge der Krebse von dem der letzteren ab, nämlich darin, daß bei ihm als höchste Stufe der Ausbildung die gänzliche Rückbildung des Seitenauges resultiert, das Frontauge allein und hoch sich differenziert, während bei den Fischen die dem Seitenauge physiologisch vergleichbare Hauptretina überall nicht nur erhalten bleibt, sondern auch die höchste Ausbildung zeigt.

Es könnten weiter noch die Augen der Heteropoden in Betracht kommen, die in neuerer Zeit besonders von Hesse (1900) untersucht sind. Aehnlich ist die röhrenförmige Gestalt und die Lage. Ferner finden sich bei *Carinaria* und *Pterotrachea* in den Seitenwänden Fenster, denen gegenüber lichtempfindliche Zellen liegen. Diese mögen physiologisch vielleicht den Fenstern einiger Teleskopaugen gleich sein, wie später noch näher gezeigt werden soll, aber die Verhältnisse, besonders die siebartig durchlöcherten pigmentfreien Wände sind doch so eigenartig, daß mir eine Gleichstellung mit den Teleskopaugen in bezug auf die Teilung der Retina sehr gewagt erscheint.

Dann hat Hesse ferner noch bei *Vespa crabro* (1901) und bei *Limax maximus* (1902) eine Nebenretina uns kennen gelehrt, welche als abgesonderte Teile der Hauptretina fraglos aufzufassen sind. Vor der Linse findet sich bei *Limax* eine sackartige Ausstülpung der nicht pigmentierten Augenblasenwand. Diese Ausstülpung enthält 10—15 typische Sehzellen mit Stäbchen und zwischen ihnen pigmentfreie indifferente Zellen. Das Licht kann durch die Cornea des

Auges und auch von hinten durch die Fühlerwandung in die Nebenretina gelangen. Im Uebrigen zeigt das Auge von *Limax* und *Vespa crabro* die gewöhnliche Gestalt.

Endlich hat BÉRANECK (1893) eine ähnlich isolierte Gruppe von Zellen im Auge von *Alciope* nachgewiesen und auch als eine accessorische oder Nebenretina gedeutet, und HESSE, der anfangs (1899) diese Deutung für unsicher hielt, hat ihm später (1902) zugestimmt. Im Uebrigen zeigt das Auge keine weitere Umgestaltung.

Eine andere Vorfrage für die Abschätzung der Bedeutung des Teleskopauges ist die nach der Lebensweise der Besitzer. Alle Formen, die röhrenartig verlängerte oder Teleskopaugen haben, also außer den Teleskopfischen die Eulen, die genannten Krebse, Insekten, Cephalopoden und Heteropoden sind Dunkelformen. *Vinciguerria*, *Myctophum*, *Valenciennellus* sind Dämmerungsfische, die andern dagegen muß man als echte Tiefseefische auffassen, da sie außer ihren Jugendstadien bisher nur gefangen sind, wenn die Netze tiefer als 400 m hinabgelassen sind. *Ichthyococcus*, *Evermannella* und *Argyropelecus* sind zwar bei Messina auch an der Oberfläche gefangen, doch sind sie durch die bekannten Auftriebströmungen aus der Tiefe heraufgeführt. Das Teleskopauge muß also als eine Anpassung an ein Dunkelleben aufgefaßt werden. Da, wie die Polyphemiden und Insekten zeigen, diese Umbildung auch schon unter dem Einfluß des Dämmerungslichtes eintreten und eine sehr hohe Stufe erreichen kann, so ist aus dem Besitz eines Teleskopauges noch nicht ohne Weiteres auf ein dauerndes Leben in der Tiefsee zu schließen.

Von dem Gesichtspunkte aus betrachtet, daß das Teleskopauge eine Anpassung an das Leben im Dunkeln darstellt, werden uns viele Eigentümlichkeiten desselben verständlich. In Bezug auf den Mangel an Zapfen, die dauernde Dunkelstellung des Pigments und den Mangel eines Tapetums kann ich auf das früher Gesagte verweisen.

Was zunächst am Teleskopauge außer der Gestalt und Lage am meisten äußerlich auffällt, ist die Größe des Auges, die mächtige Linse und die weite Pupille. Das Verhältnis des größten Durchmessers des Auges zur Kopflänge schwankt zwischen 1 : 2 und 1 : 3, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, der Durchschnitt beträgt 1 : 2,5. Nur *Dolichopteryx* weicht ab, indem es hier 1 : 5 beträgt, doch rührt dieses von der lang ausgezogenen Schnauze her. Diese Größe ist verbunden mit einer zum Teil riesigen Linse und weiten Pupille. Wie die Tabelle angibt,

	Körperlänge mm	Linsendurchmesser mm	Verhältnis des größten Durchmessers des Auges zur Kopflänge	Verhältnis des Linsendurchmessers zur Kopflänge	Verhältnis des Abstandes der Stäbchen der Hauptretina zum Linsenradius
Ichthyococcus	13	0,92	1 : 2,6	1 : 2,4	1 : 2
Bathytroctes	17	0,5	1 : 2,5	1 : 11	1 : 2
Argyropelecus	27	1,6	1 : 2	1 : 5,5	1 : 2,1
Winteria	112,5	6	1 : 2,5	1 : 5,9	1 : 2,5
Opisthoproctus	52	4	1 : 2,4	1 : 4,9	1 : 2,5
Gigantura	55	1,25	1 : 2,2	1 : 8	1 : 2,8
Evermannella indica	32,5	1,1	1 : 3	1 : 7,4	1 : 2,6
Dolichopteryx	34,75	1,2	1 : 5	1 : 9	1 : 2,1
Dissomma	29,5	0,96	1 : 2,8	1 : 7	1 : 2,5

beträgt das Verhältnis des Durchmessers der Linse zur Kopflänge im Durchschnitt 1 : 7, bei *Winteria* 1 : 5,9, bei *Argyropelecus* 1 : 5,5 und bei *Opisthoproctus* gar 1 : 4,9. Für *Bathytroctes* ist es 1 : 11, hier ist das Teleskopauge aber erst im Anfang der Ausbildung. Die Pupille ist in den meisten Fällen fast so weit wie der Querdurchmesser des Auges, und die Linse füllt sie ganz aus außer bei *Bathy-* und *Platytroctes*, bei denen ein großer, wie immer nasal gelegener aphakischer Raum vorhanden ist. Ferner kommt die weite Vorlagerung der Linse für die Aufnahme einer großen Menge von Licht in Betracht. Es gibt keine andern Fischaugen, bei denen die Linse derartig weit, bei den meisten mindestens bis zur Hälfte, am weitesten bei *Dissomma*, in die vordere Augenkammer vorragt. Das Gesichtsfeld wird dadurch natürlich bedeutend vergrößert, besonders nach der Seite. Es kommt weiter noch hinzu, daß die Pupille schief gelagert ist, der laterale Rand niedriger ist als der mediale.

Eine andere äußerlich auffallende Eigentümlichkeit ist die röhrenförmige Gestalt. Das Auge erscheint viel tiefer, der Abstand der Retina von der Linse viel größer als beim gewöhnlichen Seitenauge. Ich hatte anfangs (1901, 1902) hierin einen besonderen Charakter des Teleskopauges gesehen und auf die Entstehung großer Zerstreuungskreise geschlossen. Wie Franz (1907) aber richtig hervorgehoben hat, ist in Wirklichkeit das Verhältnis jenes Abstandes zum Linsenradius dasselbe wie beim Seitenauge, es schwankt nämlich, wie die Tabelle zeigt, zwischen 1 : 2 und 1 : 2,8, im Durchschnitt beträgt er 1 : 2,3, also, wenn man die infolge der Konservierung notwendig eingetretenen Veränderungen berücksichtigt, wie beim normalen Seitenauge. Die größere Tiefe des Auges wird, wie ich Franz zugebe, nur durch die Schmalheit der Röhre vorgetäuscht. Für dasselbe Tier ist sie natürlich absolut größer, als wenn das Auge die seitliche Richtung beibehalten hätte. Das geht schon daraus hervor, daß im Teleskopauge die Hauptachse der Querachse des Seitenauges entspricht und diese stets viel größer ist als die Haupt- oder Sagittalachse des Seitenauges. Da aber auch die Linse mit der Umwandlung zum Teleskopauge sich vergrößert, muß auch der Abstand, soll das Auge noch scharf sehen, wachsen, und so bleibt das Verhältnis zum Linsenradius dasselbe.

Einer der charakteristischsten, immer wiederkehrenden Züge für das Teleskopauge ist die Teilung der Retina in eine Haupt- und Nebenretina. Besonders durch Exner (1875) und Aubert (1886) wissen wir, daß im Wirbeltierauge zwei verschiedene Abschnitte zu unterscheiden sind. Der eine, der Augengrund, dient dem Distinktionsvermögen, der andere, die peripheren Gebiete, der Bewegungsempfindung. Entsprechend diesen verschiedenen Leistungen finden wir auch im Allgemeinen eine verschiedene Differenzierung, indem im Augengrund, besonders in der Area die Zahl der bipolaren und Ganglienzellen gleich oder fast gleich der Zahl der perzipierenden Elemente ist, dagegen in den peripheren Teilen die Zahl der letzteren bedeutend größer ist, also eine Ganglien- und bipolare Zelle zu mehreren Stäbchen und Zapfen gehört. Beide Abschnitte sind kontinuierlich miteinander verbunden und gehen allmählich ineinander über.

Die Teilung der Retina in eine Hauptretina und Nebenretina im Teleskopauge ist nun nichts anderes als eine Trennung jener beiden Abschnitte, die in jedem Wirbeltierauge vorhanden sind. Der Grad der Trennung ist ja verschieden, aber immer sehen wir, daß die dem Pupillarrand am nächsten gelegenen Teile der Nebenretina am besten entwickelt sind und auch in denjenigen Fällen erhalten bleiben, in denen in den übrigen Gebieten sie ganz oder fast ganz reduziert wird. Vergleicht man die histologische Differenzierung der Retina in beiden Abschnitten,

Hauptretina.

	Länge der Stäbchen	Breite der Retina (ohne Pigment-epithel)	Zahl der Schichten und Kerne der Stäbchenzellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der bipolaren Zellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der amakrinen Zellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der Ganglienzellen auf 1 qmm
Ichthyococcus	0,054	0,1	1 (160 000)	1 (115 600)	1 (102 400)	1 (67 600)
Bathytroctes	0,039	0,15	4 (1 Mill.)	4 (1 Mill.)	4 (562 000)	2 (160 000)
Argyropelecus	0,05	0,15	2–3 (250 000)	4 (200 000)	2—3 (160 000)	3 (62 500)
Winteria	0,1	0,18	4—5 (3 Mill.)	1 (44 000)	1 (40 000)	1 (6 400)
Opisthoproctus	0,096	0,22	8 (4 Mill.)	2—3 (230 000)	2—3 (110 000)	1—1½ (36 000)
Gigantura	0,03	0,16	3 (640 000)	4 (16 Mill.)	4 (1 Mill.)	3—4 (810 000)
Evermannella indica	0,02	0,16	10—12 (25 Mill.)	4—6 (7 Mill.)	4—5 (1 Mill.)	1—2 (40 000)
Dolichopteryx	1 (?)	2,4 (?)	3 (560 000)	4—5 (4 Mill.)	4—5 (2¾ Mill.	3 (562 500)
Dissomma	0,028	0,14	1 (250 000) (?)	4 (2¼ Mill.)	4 (560 000)	3—4 (1 Mill.)

so haben wir auf Grund der vorstehenden Tabellen, deren Zahlen natürlich auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch machen können, folgendes Resultat. Bei *Gigantura* und *Dolichopteryx* ist die Zahl der Ganglienzellen in der Hauptretina annähernd gleich groß wie die der äußeren Körner. Bei *Evermannella indica*, *Winteria* und *Opisthoproctus* dagegen ist sie viel geringer. *Ichthyococcus* und *Bathytroctes* stehen etwa in der Mitte. Bei *Dissomma* übertrifft die Zahl der Ganglienzellen bedeutend die der äußeren Körner, doch habe ich hier Bedenken wegen der Richtigkeit der Zahlen. In der Nebenretina, am Orte ihrer stärksten Entwicklung, finden wir durchweg niedrigere Zahlen und außer bei *Dolichopteryx* und *Dissomma*, wo die Zahl der Stäbchenkerne und Ganglienzellen annähernd übereinstimmen, das zu erwartende Verhältnis, nämlich eine viel geringere Zahl von Ganglienzellen als Stäbchenzellen. Will man hieraus Schlüsse ziehen auf Grund der oben angegebenen Beurteilung, so würde die Hauptretina bei der ersten Gruppe scharf sehen und gut differenzieren können, man könnte sie als eine stark in die Breite entwickelte Area auffassen, in der zweiten Gruppe dagegen entsprechend der Abnahme der Ganglienzellen eine Abnahme des Distinktionsvermögens und eine Zunahme der Bewegungsempfindung annehmen. Der Bau der Nebenretina würde bei fast allen auf eine gute Ausbildung der letzteren hinweisen. Für ein scharfes Sehen der Hauptretina sprechen noch andere Punkte. Einmal kommt die z. T. sehr große Zahl von Stäbchen in Betracht, es werden also durch die Lichtstrahlen auf derselben Fläche eine größere Anzahl von Stäbchen erregt werden als in andern Augen und in der Nebenretina und damit würde der Nachteil, der mit der Schmalheit der Fläche der ganzen Hauptretina verbunden ist, wieder etwas gemildert. Ferner ist das Fehlen eines aphakischen Raumes wichtig, denn infolgedessen kann keine die Schärfe schwächende Nebenbelichtung stattfinden. Weiter ist der verschiedene Abstand der Haupt- und Nebenretina vom Linsencentrum und die Lage des Retraktors hervorzuheben. Für erstere ist, wie ich schon erwähnte, der Abstand der zum scharfen Sehen notwendige. Der Retraktor hat stets eine solche Lage, einerlei wie das Teleskopauge gerichtet ist, daß die Linse der Hauptretina durch seine Kontraktion genähert wird, also für die Ferne hin eingestellt werden kann. Dagegen kann die Nebenretina, da sie der Linse fast anliegt, der Abstand also viel zu gering ist, um ein scharfes Bild auf ihr

Nebenretina.

	Länge der Stäbchen	Breite der Retina	Zahl der Schichten und Kerne der Stäbchenzellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der bipolaren Zellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der amakrinen Zellen auf 1 qmm	Zahl der Schichten und Kerne der Ganglienzellen auf 1 qmm
Ichthyococcus	0,003	0,01	122 500	115 600	90 000	22 500
Bathytroctes	0,016	0,04	211 600	448 900		57 600
Argyropelecus	0,008	0,016	67 600	90 000	90 000	10 000
Winteria	0,01	0,021	108 900	6 400		
Opisthoproctus	0,015	0,03	184 900	52 900		3 600—5 000
Gigantura	0,012	0,035	72 900	108 900		4 900
Evermannella indica	0,02	0,05	1 Mill.	810 000	810 000	90 000
Dolichopteryx	0,01	0,04	67 600	36 100		144 000
Dissomma	0,01	0,04	250 000	640 000		200 000

entstehen zu lassen, und auch durch die Bewegung der Linse sich nichts ändern kann, als differenzierendes Organ nicht in Betracht kommen, dagegen wohl wie im Seitenauge die gleichwertigen peripheren Teile ausgezeichnet für die Wahrnehmung von sich bewegenden, entfernten Körpern. Sie ist ein vorzüglicher Signalapparat, ein Sucher, wozu besonders die weit vorgeschobene Lage gegenüber dem Ausschnitte der Pupille von Bedeutung ist, indem sie auch seitlich sich befindende Objekte noch wahrnehmen kann, die von der Hauptretina nicht mehr bemerkt werden können. Eine schärfere Analyse des Objektes würde dann durch die Hauptretina erfolgen. Ein solcher Sucher und Anzeiger erscheint für das Teleskopauge um so bedeutungsvoller, als es unbeweglich ist.

Für diese Bedeutung der Nebenretina spricht das bei einigen von ihr ausgekleidete Fenster, das man einem sogenannten „Spion", wie er an den Häusern sich vielfach findet, vergleichen möchte. Wegen der Unbeweglichkeit beider Augen und ihrer Richtung könnten bei *Winteria* Objekte, die von hinten her und bei *Opisthoproctus* und *Dolichopteryx* solche, die von unten her sich nähern, nicht erblickt werden, wenn nicht dieses Fenster wäre. Infolge der Lage der Stäbchen an der Oeffnung müssen die Stäbchen direkt vom Licht getroffen werden, sie sind ihm also noch mehr zugänglich gemacht als in der Fovea. Weiter wird natürlich durch dieses Fenster das Gesichtsfeld noch mehr vergrößert.

Als letzter wichtiger Punkt, der für die Leistungsfähigkeit des Teleskopauges in Frage kommt, ist die Stellung beider Augen zueinander zu nennen. Dadurch sind den Fischen die Vorteile des binokulären Sehens, in erster Linie eine bessere Abschätzung der Entfernungen und Vergrößerung des Gesichtsfeldes, gegeben.

Möglichste Ausnutzung der Lichtquelle und möglichst große Helligkeit des Bildes, großes Gesichtsfeld, besondere Ausbildung des Bewegungssinnes, Abschätzung der Entfernungen, das sind die Vorzüge, die das Teleskopauge besitzt. Als Nachteile wären zu nennen die Schmalheit des Auges und die verhältnismäßig kleine Fläche der Hauptretina und die Bewegungslosigkeit der Augen. Der erstere Nachteil wird aber wieder durch die große Länge und Schmalheit der Stäbchen, die die Zahl vergrößern läßt, und der letztere durch die Ausbildung und Lage der

Nebenretina, besonders des Fensters gemildert. Warum das Teleskopauge bald dorsad, bald nasad entwickelt ist, ist ohne Kenntnis des Aufenthaltes und der Lebensweise der Fische nicht zu sagen. Die Entwicklung in dorsaler Richtung mag vielleicht damit zusammenhängen, daß die höheren Schichten wenn auch ganz minimale Unterschiede und zwar günstigere Verhältnisse in Bezug auf das Licht zeigen als die tieferen. Besonders in der Uebergangszone zur Tiefsee, in einer Tiefe von 400—600 m mögen solche vorhanden sein.

Wenn man die oben genannten Vorzüge des Teleskopauges im Auge behält, so erscheint einem auch die ganze eigenartige Umbildung des Seitenauges zum Teleskopauge verständlich. Franz (1907) hat die Ansicht aufgestellt, daß die Vergrößerung der Linse das Teleskopauge bedingt habe. Eine solche sei notwendig für das Dunkelsehen, aber nur möglich, wenn auch eine Vertiefung des Auges erfolge, da sonst ein scharfes Sehen ausgeschlossen wäre. Weil das Interorbitalseptum bei den Teleskopfischen sehr schmal wäre, hätte eine Vertiefung des Seitenauges in der gewöhnlichen Lage nicht erfolgen können oder nur durch ein zu starkes Vorbuchten nach außen. Deshalb habe sich die Hauptachse nach vorn oder dorsal verlegen müssen. Diese Ansicht von Franz berührt nur ein Moment, das für die Ausbildung des Teleskopauges in Betracht kommt. Es ist fraglos bedeutungsvoll, aber meiner Ansicht nicht das wesentliche. Denn der schmale Interorbitalraum ist doch erst sekundär als eine Folge der Umbildung zum Teleskopauge entstanden, war aber noch nicht da, als das Auge noch seitlich sah. Wenn es nur auf eine Vergrößerung der Linse angekommen wäre, so hätte diese auch bei seitlicher Lage vor sich gehen können, und es wäre auch Platz für die nötige Vertiefung gewesen. Die Augen von *Pomatomus*, *Priacanthus*, *Macrurus* u. a. beweisen es. Bei einem *Priacanthus* nahe verwandten Fisch von 17,3 cm Länge hat z. B. die Linse den riesigen Durchmesser von 12 mm, er ist fast $^1/_6$ der Kopflänge. Dabei beträgt der Abstand der Retina vom Linsencentrum 13,5 mm, sein Verhältnis zum Linsenradius also 1 : 2,25, ist also der normale. Ferner wäre eine Vergrößerung der Linse auch durch eine Drehung und Verschmälerung des Auges wie beim Eulen- und Cephalopodenauge erreicht worden, ohne die komplizierte innere Umgestaltung. Wenn das Teleskopauge der Fische diesen einfachen Weg nicht eingeschlagen hat, so scheint mir daraus hervorzugehen, daß die kompliziertere Bildungsweise noch andere Vorteile gehabt haben muß, und diese sehe ich in erster Linie in der Ausbildung und Lagerung der Nebenretina, also in der besseren Ausbildung des Bewegungssinnes. Dafür spricht die Ausbildung des Fensters in der Wand des Auges an geeigneten Stellen. Diese und die andern Vorzüge werden erreicht, wenn die frühere Querachse des Seitenauges zur Hauptachse wird und eine Verschiebung der inneren Teile erfolgt. Zugleich kann die Linse vergrößert werden und das Auge die hierdurch nötig gewordene größere Tiefe erhalten, die Nebenretina in die günstige Lage gelangen, und binokuläres Sehen ermöglicht werden.

Von den Teleskopaugen anderer Tiere gleichen denen der Fische am meisten die der Schizopoden, Polyphemiden und einiger Insekten. Denn auch bei ihnen haben wir eine Teilung des Auges in ein Bewegungs- und ein Formen sehendes Auge. Dieses spricht wieder für meine Ansicht, daß die Vergrößerung der Linse nur ein Moment und zwar mehr eine Begleiterscheinung ist, die Umbildungen der Retina die Hauptsache sind. Jene Augen aber sind insofern ganz verschieden, als hier das Frontauge das dominierende ist und schließlich sogar im Falle der höchsten Ausbildung des Auges sogar allein erhalten bleibt. Diese Verschiedenheit

ist in der Eigenart und Leistung des Facettenauges begründet. Nur durch Verlängerung der Facetten und Verminderung der Zahl kann ein Bewegungsauge erreicht werden. Das Schizopodenauge, das nur das Frontauge besitzt, ist, wie CHUN mit Recht hervorhebt, als das vollkommenste Dunkelauge ausgebildet. Denn es kann keine Frage sein, daß das Bewegungssehen die wichtigste Leistung des Auges im Dunkeln ist.

Dieses muß man meiner Ansicht nach auch für die Teleskopfische annehmen. Es ist ein scharfes Sehen in der Tiefsee kaum wahrscheinlich, wenn auch der Bau des Auges, besonders der Hauptretina dafür zu sprechen scheint. Nehmen wir selbst an, daß auch die Leuchtorgane der Fische zur Belichtung der Tiefsee beitragen, was noch keineswegs erwiesen ist, da die meisten Teleskopfische wahrscheinlich tiefer leben als die Leuchtfische, nehmen wir es aber an und stellen uns das Licht aller phosphoreszierenden Tiere stark vor, so kann es doch kaum die Stärke des Nachtlichtes in den Oberflächenschichten haben. Auf jeden Fall werden die Bedingungen, um Objekte scharf erkennen zu können, noch ungünstiger liegen als in den Oberflächenschichten. Hier hält BEER wegen der Undurchsichtigkeit des Seewassers ein solches selbst am Tage nur für wenige Meter möglich und schätzt auch die Größe der Akkommodation nur gering. Je tiefer nun der Fisch lebt, umso undurchsichtiger muß aber das Wasser werden, da die von oben herabsinkenden Tier- und Pflanzenreste u. a. eine stärkere Trübung hervorrufen müssen. Rechnet man hierzu noch das schwache Licht, so sollte man meinen, daß die Fische nur auf sehr kurze Distanz scharf sehen könnten. Ein nicht leuchtendes Tier kann nur in nächster Nähe als ein Schatten wie bei uns in der Nacht und wahrscheinlich noch schlechter gesehen werden, auch wenn die Augen noch so gut dem Dunkelsehen adaptiert sein mögen. Ein leuchtendes Tier wird natürlich schon in größerer Entfernung erblickt werden können, aber eine schärfere Erkennung ist deshalb noch nicht möglich. Denn ein leuchtendes Tier hat einen Lichtmantel, der entweder das ganze Tier einhüllt, oder es nur auf einer Seite umgibt. Im erstern Fall ist die Form des Tieres nicht erkennbar, es erscheint als eine große Lichtkugel. Lediglich an der Größe desselben, an der Intensität des Lichtes und an der Bewegungsweise könnte die Art erkannt werden. Ist aber, wie im letztern Fall, der Lichtmantel einseitig entwickelt, wird z. B. das Licht wie bei vielen Fischen und Krebsen ventrad laterad geworfen, so ist der Körper des Tieres im Dunkeln, seine Umrisse sind unmöglich erkennbar; man braucht ja nur an einen in der Nacht mit einer Laterne fahrenden Radfahrer zu denken. In allen Fällen also erscheint ein scharfes Sehen nicht möglich, oder höchstens auf so nahe Entfernungen, daß es für Beute oder Räuber nicht mehr in Betracht kommen kann. Auf Grund dieser Erwägungen habe ich trotz des wohlausgebildeten Retraktors, trotz der hohen Differenzierung der Hauptretina und ihres zum Scharfsehen richtigen Abstandes vom Linsencentrum und trotz des Mangels eines aphakischen Raumes Bedenken, ob die Tiefseefische überhaupt scharf sehen können und nicht auch die Hauptretina in erster Linie der Wahrnehmung von Bewegungen und einer feineren Unterscheidung der verschiedenen Intensitäten der von Tieren ausgehenden Lichter dient.

C. Orbitale Leuchtorgane.

Im ersten Kapitel habe ich Leuchtorgane beschrieben, die durch ihre Lage und die Richtung ihres Lichtes besondere Beziehungen zum Auge zeigen und dadurch unter allen Leuchtorganen eine ganz eigene Stellung einnehmen. Sie sind von mir als orbitale Organe bezeichnet. Sie finden sich bei sämtlichen Leuchtfischen mit Ausnahme von *Myctophum*, *Neoscopelus*, *Porichthys*, *Heterophthalmus* und *Photoblepharon*. Bei *Cyclothone obscura* sind sie rückgebildet. Ihre Lage wechselt. Sie liegen vor dem Auge bei *Argyropelecus*, *Ichthyococcus* und *Polyipnus*, hinter dem Auge bei *Sternoptyx*, am ventralen Rande bei den übrigen, doch kann hier ihre Lage wieder sehr verschieden sein. Nur am dorsalen Rand sind sie nicht gefunden. Bei *Argyropelecus*, *Sternoptyx*, *Polyipnus*, *Cyclothone*, *Gonostoma*, *Dactylostomias* ist nur ein einziges Organ, bei den meisten finden sich zwei zu einem Doppelorgan vereinigte, und bei *Stomias* und *Chauliodus* ist ihre Zahl noch größer. Die Organe gehören stets dem größten Typus der Rumpforgane an, der sonst am Kopf nur spärlich, nämlich nur noch auf dem Kiemendeckel, auf der Branchiostegalmembran und zuweilen am Kinn verbreitet ist. Nur bei den beiden genannten Stomiatiden finden sich außerdem noch andere kleinere von anderem Bau. Bei einigen Stomiatiden finden sich auch noch auf dem Sulcus corneae kleine Organe, die zum Teil auch ihr Licht gegen das Auge werfen und darin mit den orbitalen übereinstimmen.

Was alle orbitalen Organe gemeinsam haben, ist erstens die Lage am Auge und zweitens die Richtung des Lichtes. Alle sind so gelegen, daß ihr Licht in die vordere Augenkammer fallen, die Linse erreichen und damit auch in das Auge gelangen muß. Auf den Figuren liegt die Linse manchmal tiefer, doch rührt dieses daher, daß sie in der Regel bei der Konservierung etwas eingedrückt ist. Besondere Eigentümlichkeiten sind auch nur unter der Voraussetzung verständlich, daß das Licht in das Auge gelangen soll. So finden wir bei vielen, daß das Organ seitlich noch durch eine besondere Pigmentschicht bedeckt ist, die sich über den Rand der Oeffnung noch hinaus gegen die Cornea erstreckt. Ferner zeigt der Bau des Organs von *Cyclothone*, besonders die Lage des centralen Sinus, deutlich, daß dasselbe ursprünglich sein Licht ventrad wie alle übrigen gesandt hat, dann aber die ventrale Oeffnung geschlossen wurde, und dorsal gegen das Auge eine neue sich ausbildete. Von den beiden Organen, die das Doppelorgan zusammensetzen, ist das ventrale meist kleiner und läßt auf eine Reduktion schließen, während das dorsale stets gut entwickelt ist. In einigen Fällen verkümmert nur der linsenförmige Körper und die Oeffnung, dagegen bleibt der das Licht erzeugende Drüsenkörper wohl erhalten und dieser ist, wie stets der ventrale im Doppelorgane, durch keine Pigmentwand von dem des dorsalen getrennt und liegt so, daß sein Licht ebenfalls in das Auge gelangen und das Licht des dorsalen Organs noch verstärken muß. Das sind Eigentümlichkeiten, die, wie gesagt, nur den Schluß zulassen, daß das Licht gegen das Auge dirigiert werden soll.

Es fragt sich nun, welche Bedeutung diese Organe haben. Daß sie eine große physiologische Bedeutung haben müssen und diese mit dem Sehen im Dunkeln zusammenhängen muß, erscheint aus ihrer großen Verbreitung, aus der Anordnung und Komplikation ohne Zweifel,

wobei es ganz gleichgültig ist, ob das Licht dauernd ist oder nur zu gewissen Zeiten, etwa nur zur Fortpflanzungszeit leuchtet. Bei irgendeinem andern Tier ist bis jetzt eine derartige Einrichtung nicht beobachtet worden. Bei einigen *Schizopoden* sitzt nach CHUN (1896) zwar dem Auge ventral direkt ein Leuchtorgan an, das offenbar auch zu ihm enge Beziehungen hat, aber dieses Organ ist nur den post- und suborbitalen der Fische vergleichbar, denn es wirft sein Licht vom Körper fort, es kann also nur die Umgebung des Auges erleuchten, aber nicht Licht in das Auge senden. Ich habe keine Erklärung gefunden. Ich will nur darauf hinweisen, daß für die Beurteilung wichtig ist, daß die orbitalen Organe immer solche sind, welche am Rumpf die wichtigste Rolle spielen, und nur bei Fischen vorkommen, die auch Rumpforgane haben, und die Vermutung aussprechen, daß sie vielleicht dem Tier ermöglichen, mit Hilfe dieser orbitalen Organe eine sicherere Empfindung seines eigenen Lichtes zu haben, um Artgenossen leichter an der Intensität des Lichtes von andern, fremden Arten angehörenden zu unterscheiden, also daß die Organe ein weiteres Mittel sind, um sich zusammenzufinden, besonders zur Fortpflanzungszeit, oder auch um Freund, Feind oder Beute zu unterscheiden. Nach dieser Richtung, scheint mir, muß die Bedeutung des Organs liegen, aber physiologisch vermag ich mir die Wirkung dieses Lichtes nicht zu erklären. Es muß hier eine Leistung vorliegen, die bei andern Tieren fehlt. Daß es das Sehen verbessern soll, scheint mir unverständlich. Denn es gelangt dadurch Nebenlicht in das Auge und solches muß ebenso wie der aphakische Raum die Schärfe des Bildes vermindern. Weiter findet sich ein orbitales Organ auch bei *Argyropelecus* und *Ichthyococcus*, also Formen, die ein hoch differenziertes Auge haben. Auf der einen Seite hätten wir eine Vervollkommnung des Auges, um besser sehen zu können, auf der andern dagegen durch das Nebenlicht eine Verschlechterung.

PÜTTER (1903) ist der Einzige gewesen, der bis jetzt eine Erklärung der Bedeutung dieser Organe versucht hat. Er setzt sie in ihrer Wirkung dem Tapetum und aphakischen Raum gleich. Ich habe beim Tapetum seine Ansicht bereits angeführt. Durch die Organe trete eine diffuse Erleuchtung des Augenhintergrundes ein, und diese habe die Bedeutung, daß „durch schwache Nebenbelichtung die Erregbarkeit der Retinaelemente derart gesteigert wird, daß sie nunmehr im Stande sind, auf die schwachen Reize des lichtschwachen Retinabildes hin anzusprechen“ (p. 327).[1]) Da ich zu wenig Physiologe bin, so bin ich nicht im Stande, diese Ansicht auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Ich möchte nur Folgendes hervorheben. Für die Ansicht könnte sprechen, daß allen Leuchtfischen, die ein orbitales Organ haben, mit Ausnahme von *Malacosteus* und *Diplophos* ein Tapetum fehlt, daß dagegen *Myctophum* und *Neoscopelus*, die ein tapetiertes Auge haben, keine orbitalen Organe besitzen. Gegen die Ansicht scheint mir zu sprechen, daß bei Teleskopfischen außer bei *Ichthyococcus* und *Argyropelecus* orbitale Organe und meist auch ein aphakischer Raum fehlen. Wenn diese Bildungen wirklich eine solche Bedeutung für das Sehen haben, so sollten sie besonders bei diesen Formen auftreten, die sehr wahrscheinlich am meisten dem Dunkelleben angepaßt sind und am ehesten sie nötig hätten. Ferner möchte ich auf *Cyclothone obscura* hinweisen, bei der das orbitale Organ sicher vorhanden gewesen, aber wieder rückgebildet ist. Aus dem Fehlen geht hervor, daß sie zum Sehen in der Tiefsee nicht notwendig sind. Selbstverständlich ist damit die Ansicht PÜTTER's noch nicht widerlegt. Denn

[1]) In meinem Vortrage über die Leuchtorgane in Tübingen (1904) habe ich PÜTTER's Ansicht nicht richtig dargestellt und meine Darstellung hat, wie ich zu meinem Bedauern erfahren habe, zu Mißverständnissen Anlaß gegeben.

es können ja diese Augen ein viel feineres Empfindungsvermögen besitzen als jene mit Tapetum, orbitalen Organen und einem aphakischen Raum.

Sehr wichtig für diese Frage wäre die Entscheidung der Vorfrage, ob das Licht der orbitalen Organe ein dauerndes ist oder nur zeitweise auftritt. Ist letzteres der Fall, so kann meiner Ansicht die PÜTTER'sche Annahme nicht aufrecht erhalten werden.

D. Schlußbetrachtungen.

Als ich die Arbeit begann, hoffte ich als Endresultat eine scharfe Charakterisierung der Tiefseefische geben, d. h. die Züge darlegen zu können, welche sie von den Fischen des Litorals und Pelagials unterscheiden lassen, und die sich nur unter dem Einfluß der Existenzbedingungen der Tiefsee gebildet haben. Ich hielt die Aufgabe sogar für nicht sehr schwierig, weil nach allgemeiner Anschauung die Tiefsee ein so einförmiges, in seinen Existenzbedingungen unveränderliches Gebiet sein sollte, daß man annehmen konnte, daß die einzelnen, im Vergleich mit andern Gebieten wenigen Faktoren viel intensiver und gleichmäßiger auf die Organismen eingewirkt und entweder direkt ganz bestimmte Umbildungen hervorgerufen oder, wenn man ihren Einfluß nicht so hoch anschlagen will, indirekt zu solchen Anlaß gegeben hätten. Die Tiefsee schien mir in dieser Hinsicht den Wüsten oder den Polargebieten vergleichbar, die ja immer als Beispiele angeführt werden, wenn es gilt, die Wechselwirkungen zwischen Tier und Umgebung klar darzulegen oder typische Charaktertiere für Gebiete vorzuführen. Diese Erwartungen sind nur zum Teil erfüllt. Wohl treten einem manche Züge entgegen, die bei den verschiedensten Fischgattungen und selbst in den verschiedenen Organen gleichmäßig zur Ausbildung gekommen sind und den richtenden Einfluß der Existenzbedingungen der Tiefsee erkennen lassen, aber im Ganzen wurde, je mehr die Arbeit fortschritt, die Aufgabe um so komplizierter und das Ziel immer weiter in die Ferne gerückt. Oft wollte ich schon verzichten, diese Fragen überhaupt noch zu erörtern, weil für eine fördernde Betrachtung noch zu viele Vorfragen zu erledigen sind. Die Abstammung der Tiefseefauna von der litoralen oder pelagischen Fauna war wohl klar, aber daß der Zusammenhang der Tiefseegrundfische mit den litoralen noch ein so enger sei, hatte ich nicht erwartet. Ferner war besonders durch CHUN's Forschungen und die Valdivia-Expedition nachgewiesen, daß ein großer Teil der zur Grundfauna gerechneten Tiere pelagisch lebte, und damit zwar viel gewonnen, aber die wichtige Frage, in welcher Tiefe sie sich nun aufhalten, ist außer für wenige Formen noch so gut wie ungelöst. Für viele andere, die man wegen des Besitzes von Leuchtorganen oder wegen ihrer schwarzen Färbung oder ihrer sonderbaren Gestalt allgemein als echte Tiefseefische gehalten hatte, ist diese Stellung zweifelhaft geworden, indem sich gezeigt hat, daß ein großer Teil, besonders die Leuchtfische nachts in die Oberflächenschichten aufsteigen, tags über wahrscheinlich nur bis in die Schattenzone hinabgehen. Und anderes mehr. Ehe man aber nicht weiß, unter welchen Bedingungen sie leben, muß ein Versuch, die Tiefseetiere zu charakterisieren, nur ganz provisorischen Charakter haben. Mir scheint es richtiger, hier nicht als sichere Resultate hinzustellen, was in Wirklichkeit

noch auf sehr unsicherem Boden steht. Denn die biologische Tiefseeforschung steht trotz aller Expeditionen, auch der so vorzüglich geleiteten und so erfolgreichen Valdivia-Expedition noch ganz in den Anfängen.

Wenn man die durch die Existenzbedingungen eines Gebietes hervorgerufenen oder bedingten Charaktere verstehen will, fragt man zunächst nach den Bedingungen selbst. Rechnet man als Tiefsee das Gebiet, welches unterhalb 400 m gelegen ist, so haben wir ein riesiges, verschieden tiefes Gebiet vor uns, das von den höheren Schichten besonders durch negative Charaktere ausgezeichnet ist. Es fehlt das Sonnenlicht und damit die chlorophyllhaltigen Pflanzen. Es fehlen die Störungen, welche die Oberflächenschichten durch Wind und Wetter erleiden. Es fehlen die mächtigen, rasch fließenden Strömungen. Wohl bewegt sich das Wasser von den Polen zum Aequator am Boden entlang, um hier wieder aufzusteigen, aber die Bewegungen sind doch nicht mit jenen Oberflächenströmungen zu vergleichen, besonders schaffen sie nicht schärfer abgegrenzte, sehr verschiedene Gebiete. Wenn wir absehen von lokalen Verschiedenheiten der Temperatur und des Salzgehaltes wie im Mittelmeer und den ihm benachbarten Teilen des Atlantischen Oceans, im Golf von Guinea, im Arabischen Meer und größeren, schärfer isolierten Becken, besonders im Malayischen Archipel, so fehlen der Tiefsee größere Temperaturdifferenzen und ebenso solche des Salzgehaltes. Die Unterschiede sind gering und gehen ohne größere Sprünge ineinander über. Die Nahrung besteht nur aus Tieren und den herabsinkenden Resten der oberflächlichen Tiere und Pflanzen. Ein wichtiger positiver Charakter ist vorhanden. Es fehlt zwar das Sonnenlicht, da es nach unseren jetzigen Erfahrungen nicht mehr in die Tiefsee eindringen kann, aber sie ist nicht lichtlos und unterscheidet sich dadurch wesentlich von völlig vom Licht abgeschlossenen Höhlen. Will man als Quelle des Lichts nicht hypothetische wie Radiumlicht, unbekannte Strahlen annehmen, so bleibt nur die gewöhnliche Annahme, daß es von Tieren und vielleicht Bakterien erzeugt wird. Wie stark es ist, wissen wir nicht, da die wenigen Beobachtungen an einzelnen Organismen nicht genügend sichere Anhaltspunkte geben, höchstens das Meerleuchten der Oberflächenschichten uns eine Vorstellung geben kann. Das Licht muß aber noch stark genug sein, um ein Sehen in allen Tiefen zu ermöglichen, da sonst die Tatsache, daß die größte Zahl der Organismen wohl entwickelte Augen besitzt, nur ein sehr kleiner Prozentsatz blind ist, unverständlich ist. Ich kann hier eine Ansicht nicht unterdrücken, die sich mir beim Studium der Leuchtorgane und Augen aufgedrängt hat. Da der größte Teil der pelagisch lebenden, leuchtenden Tiere, wie ich im allgemeinen Kapitel über die Leuchtorgane näher ausgeführt habe, in den höheren Schichten sich aufzuhalten scheint, die leuchtenden Grundtiere wie Hydroiden, Echinodermen u. a. nur an beschränkten Stellen vorkommen, so müssen sich Zweifel aufdrängen, ob das phosphoreszierende Licht der Organismen für die Erleuchtung der Tiefsee allein in Frage kommen und uns die weite Verbreitung von wohl entwickelten Augen verständlich machen kann. Trotz der allgemeinen herrschenden Annahme, daß das Sonnenlicht nicht tiefer als 400 m eindringen und deshalb für die tieferen Schichten nicht in Frage kommen kann, möchte ich die Möglichkeit nicht abweisen, daß das Sonnenlicht doch tiefer dringt, oder eine andere Lichtquelle noch vorhanden sein muß.

Wie schon die ersten Expeditionen erkennen ließen, ist das ganze Gebiet der Tiefsee in zwei Teile zu sondern, den Boden und die über ihm liegenden Wasserschichten. Durch die Tiefseegrundproben wissen wir, daß der Grund außerordentliche Verschiedenheiten aufweist, bald sandig,

bald schlammig, bald schlickig, bald steinig, bald aus den Skeletten von Globigerinen, bald von Radiolarien oder Heteropoden u. a. zusammengesetzt ist. Wie ich schon im systematischen Teil dargelegt habe, kommen als Besiedelungsflächen hauptsächlich die zu den Becken nicht zu schroff abfallenden Ränder zwischen etwa 600 und 1600 m und isoliert im Ocean auftretende Bänke in Betracht, dagegen sind die Böden der tiefen Becken der Oceane mehr den Wüsten zu vergleichen, in welchen nur eine spärliche Fauna zu existieren vermag, die natürlich sehr interessant ist, aber von den Fischen wahrscheinlich nur sehr wenige Bewohner empfangen hat.

Entsprechend der Mannigfaltigkeit des Grundes finden wir auch eine Mannigfaltigkeit der Anpassungen. Die Zahl eigentlicher Schlammbewohner scheint gering zu sein. *Aphyonus* und *Barathronus* verraten sich als solche durch ihre rudimentären Augen, durch den gallertig-weichen, schuppenlosen und farblosen Körper, schwache Entwicklung der paarigen Flossen und das kleine Maul. *Benthobatis*, der blinde Torpedo, dürfte mehr wie andere Arten Sandboden vorziehen, ebenso *Chaunax*. Denn wenn letzterer auch schuppenlos ist, so lassen doch die großen Augen und der freie Tentakel kaum ein Leben im schlammigen Boden zu. Aehnliches dürfte auch von manchen schuppenlosen Zoarciden oder schwach beschuppten Pleuronectiden gelten, die wohl entwickelte Augen haben. Im Gegensatz zu ihnen besitzen die meisten Pediculaten und Macruriden ein starkes Schuppen- oder Stachelkleid. Bei letzteren sind die Schuppen mit Zähnen, die in Reihen oder unregelmäßig verteilt sind, dicht besetzt wie bei wenigen andern. Dieser starke Schutzmantel deutet auf harten, steinigen Boden. Hierfür spricht auch das bei manchen sehr stark entwickelte Rostrum und das kleine ventral gelegene Maul. Ersteres dient nicht wie bei Selachiern als Wellenbrecher, sondern zum Aufwühlen des Bodens, um Foraminiferen, kleine Ophiuren und andere auf steinigem oder sandigem Boden lebende Tiere, die ihre Nahrung bilden, zu erlangen. Zur Aufnahme der Beute vom Boden ist das kleine Maul infolge seiner Lage vorzüglich geeignet. Der lange, spitz auslaufende Schwanz deutet auf eine stoßweise Fortbewegung, er unterstützt vielleicht auch das Aufwühlen des Bodens. Auf ein Leben auf nicht weichem Grunde weist vielleicht auch die Tatsache, daß das Schwanzende oft abgebrochen und regeneriert ist. Auch die Pediculaten dürften auf ähnlichem Boden leben, sich aber weniger vom Orte bewegen. Denn die starke Entwicklung der Kopfscheibe, die schwache Entwicklung der Bauchflossen, die starke der Brustflossen, die mehr als Stützen denn als Flossen zu dienen scheinen, und der schwach ausgebildete Schwanzteil sind Zeichen für eine ziemliche seßhafte Lebensweise. Der zum Teil kräftig ausgebildete Hautpanzer und die Stirnnische, in der der Tentakel verborgen liegt, sind offenbar Schutzeinrichtungen weniger gegen Feinde, als gegen Verletzungen, die auf unebenem, steinigem Boden eintreten können. Aus der geringen Beweglichkeit ist auch zu erklären, daß Macruren und Pediculaten sich leicht mit der Dredge fangen lassen. Aber nicht alle Arten dieser Familien haben diese Lebensweise. So deuten andere Macruren mit breitem, endständigem Maul und stärkerem Gebiß auf ein vagileres Leben, und als Beute dürften ihnen freischwimmende Tiere dienen. Auch *Coelophrys* scheint nicht mehr so eng an den Boden gebunden zu sein, da seine Gestalt nicht mehr scheibenförmig ist, sondern cylindrisch, und die Haut weniger kräftig bestachelt und weicher ist. Ihnen reihen sich die räuberischen Aale *Synaphobranchus*, *Coloconger*, *Uroconger* an, die nahe dem Boden ihre Beute, Fische und Krebse, suchen und weiter auch viele Zoarciden.

Wirft man nun die Frage auf, ob wir in diesen Charakteren etwas Neues antreffen, das

wir auf Rechnung des Tiefseelebens setzen können, so müssen wir darauf mit Nein antworten, und man kann eine andere Antwort auch nicht erwarten. Denn alle Grundfische stammen aus dem Litoral, hier aber wie auf dem Boden der Tiefsee finden wir die gleichen Verschiedenheiten bis auf die Lichtverhältnisse, ja man kann, da, wie im systematischen Teil gezeigt ist, der Zusammenhang der Grund- und Litoralfauna heute noch für sehr viele Gattungen ein sehr enger ist, sogar annehmen, daß die Verschiedenheiten der Gestaltung und Lebensweisen nicht erst in der Tiefsee gewonnen sind, sondern bereits aus dem Litoral mitgebracht sind und vielleicht nur eine Steigerung erfahren haben. So kann ich mir auch nur die Färbung der Grundfische erklären. Neben dem einfachen, aber nicht häufigen Schwarz, welches man am ehesten noch als ein Gewinn im Tiefseeleben bezeichnen könnte, finden wir rote, graue, bräunliche und auch glänzende Farben, wie die Abbildungen WINTER's im systematischen Teil erkennen lassen, ja wir finden sogar, daß die Pleuronectiden aus 700—1000 m auf der Oberseite dunkel, zum Teil gefleckt, auf der Unterseite hell sind, also dieselbe „Schutzfärbung" wie im Litoral zeigen.

Früher (vgl. GÜNTHER 1886, 1887) hat man oft auf die Brüchigkeit der Formen, die schwache Knochenbildung und schwach entwickelte Muskulatur hingewiesen. Es ist richtig, daß Knorpel sehr weit verbreitet ist, wo man bei Litoral- und Oberflächenfischen Knochen findet, aber ob dieses mit dem Aufenthalt in der Tiefsee etwas zu tun hat, ist mir zweifelhaft, und die Ursachen wären mir rätselhaft. Bei *Halicmetus* und verwandten Formen ist das knöcherne Skelet kräftiger ausgebildet als bei vielen Lichtfischen. Auf der Valdivia-Expedition hat man von der Brüchigkeit des Skelets nichts gemerkt und ich möchte vermuten, daß hier zum Teil eine ungenügende Behandlung und Konservierung zu der Ansicht Veranlassung gegeben haben. Bei manchen Fischen, z. B. den Macruriden, ist das Hautskelet sehr kräftig entwickelt, so daß dadurch ein starkes Innenskelet überflüssig geworden ist; auch werden sich sehr wahrscheinlich unter den Lichtfischen Formen finden, die ein gleich schwaches Skelet besitzen. So z. B. habe ich in keinem Auge von Tiefseefischen in der Sclera Knochenplatten gefunden, sondern nur Knorpel, aber dieses trifft auch für viele Oberflächenfische zu. Kurz, es scheint mir, daß diese Frage und ebenso diejenige, ob die Muskulatur bei Tiefseefischen wirklich allgemein schwächer entwickelt ist, noch eine genauere Prüfung verlangen, ehe man schwache Entwicklung des Skelets und der Muskulatur als Charaktere für Tiefseefische hinstellen kann.

Während Litoral und Benthos hinsichtlich der Verschiedenheiten des Bodens übereinstimmen, unterscheiden sie sich durch die Lichtverhältnisse, aber auch durch sie hat eine größere Beeinflussung des Auges nicht stattgefunden. Früher im Beginn der Tiefseeforschung sollten die Grundfische meist blind sein, später, als man bei einigen großen Augen fand, sollte das Auge dagegen mit der Tiefe an Größe zunehmen. Beides ist nicht richtig. *Barathronus*, *Aphyonus* und *Benthobatis* kann man als blinde Fische bezeichnen; was wollen aber sie besagen gegenüber der Masse von Formen mit gut entwickelten Augen? Und da es Fische sind, die im Schlamme leben, so ist die Rückbildung des Auges nichts Auffallendes, sie hätte ebenso gut eingetreten sein können, wenn sie im Schlamm des Flachwassers lebten. Ebenso ist die Zahl der mit sehr großen Augen ausgestatteten gering. Nur der Mangel an Zapfen und die Dunkelstellung des Pigments geben den Augen der Grundfische etwas Besonderes. Diese Eigentümlichkeiten lassen sie als Dunkelfische erkennen, aber noch nicht als Tiefseefische. Als charakteristisch könnte man eher anführen, daß bei keinem ein Tapetum gefunden ist, und besonders

daß bei keinem einzigen auch nur der Anfang einer Umgestaltung des Auges zum Teleskopauge eingetreten ist. Dieser negative Charakter ist um so bedeutungsvoller, als wir ihn auch nach Chun (1896, 1903) bei den Grundformen unter den Mysideen und Cephalopoden finden. Auch bei diesen bleibt das Kugelauge in typischer Form erhalten, größer oder kleiner, niemals aber hat sich ein Teleskop- oder Frontauge ausgebildet. Ein anderer wichtiger negativer Charakter ist das Fehlen der Leuchtorgane, es sei denn, daß die Tentakelorgane der Pediculaten sich noch als solche herausstellen sollten, was mir aber sehr unwahrscheinlich ist.

Während die Grundfische dem Forscher, der nach besonderen, durch das Tiefseeleben bedingten Anpassungen sucht, eine große Enttäuschung bereiten werden, bieten die bathypelagisch lebenden ihm eine Fülle von Mannigfaltigem und Interessantem. Bizarre Gestalten und eigenartige von den Bewohnern der Lichtregion nicht bekannte Umbildungen und Neubildungen treten ihm hier in großer Zahl entgegen. Man denke nur an die Gestalten der Ceratiiden, Saccopharyngiden, an die Leuchtfische, an die Teleskopfische! Diese Fülle läßt unwillkürlich die Frage aufwerfen, ob die Existenzbedingungen so viel verschiedenartiger und reicher im Bathypelagial sind als im Benthos. Diese Frage wird man, soweit die anorganischen Faktoren in Betracht kommen, verneinen müssen. Im Gegenteil, das Bathypelagial muß ein noch viel eintönigeres und einförmigeres Gebiet sein, denn es fallen ja alle die Verschiedenheiten, die der Aufbau des Bodens bietet, fort. „Uniformité, monotonie, égalité, absence de mouvements, absence de variations, calme presque absolu, tels sont les traits généraux de ce milieu." Diese Worte Forel's (1885), mit denen er die tiefen Wasserschichten der Seen charakterisiert, passen auch für das Bathypelagial. Eine einzige, in den Lebensbedingungen wenig schwankende Wasserschicht ist es, die nur dadurch wahrscheinlich eine Scheidung in 2 Gebiete möglich macht, daß in den oberen Schichten die von oben kommende Nahrung reicher ist und deshalb hier auch die bathypelagischen Fische sich in größerer Zahl ansammeln, als in den tieferen Schichten. Vielleicht mag in dieser Grenzzone auch das Sonnenlicht noch von Einfluß sein und auf den Aufenthalt mancher Formen, besonders solcher, die in der Jugend noch die Lichtzone bewohnen, bestimmend einwirken.

Aber in anderer Hinsicht sind die Lebensbedingungen im Bathypelagial andere als im Benthos. Während die Grundfische im allgemeinen wenig vagil sein werden, mehr von kleinen, ebenfalls wenig beweglichen Tieren oder von Tierresten sich nähren und die Auffindung der Nahrung keine großen Anstrengungen erfordert, müssen die pelagischen, denen ebenfalls pelagische Tiere als Nahrung dienen, beweglich sein, größere Flächen in vertikaler und horizontaler Richtung durchschwimmen, um ihre Beute zu finden und ihren Verfolgern zu entgehen. Weiter scheint es, daß außer einigen kleinen Formen wie *Cyclothone*, *Myctophum*, vielleicht auch *Melamphaes*, die bathypelagischen einzeln leben, während die Grundfische in größerer Zahl sich zusammenhalten. Daraus ergeben sich Schwierigkeiten, um die Artgenossen zu finden, und Anpassungen, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Das sind Momente, welche für manche Besonderheiten der Fische dieses Gebietes ein Verständnis ermöglichen. So z. B. finden wir eine große Zahl von Fischen, welche mit einem großen Maul, einem geradezu riesigen Gebiß und sehr erweiterungsfähigen Magen oder Magenblindsack ausgestattet sind. Ich erinnere nur an *Melanocetus*, *Chauliodus*, *Melanostomias*, *Dactylostomias*, *Astronesthes* und andere Stomiatiden, an *Caulolepis*, *Chiasmodus*, *Evermannella*, *Gigantura*, *Omosudis*, Saccopharyngiden u. a. Gewiß sind auch in der

Grundfauna Räuber vorhanden, z. B. Aale und vielleicht auch Haifische, aber ihre Zahl ist doch bei weitem geringer und bei keinem treten jene Bildungen so stark entwickelt entgegen. Von einigen wissen wir bereits, daß sie Fische packen und in den Magen schaffen können, die größer sind als sie selbst. Ferner möchte ich anführen, daß bei den meisten, besonders den Raubfischen, die Schwimmblase ganz oder fast ganz rückgebildet ist, wodurch ein leichteres Durchschwimmen größerer vertikaler Schichten ermöglicht ist. Vielleicht steht hiermit auch im Zusammenhang der Mangel an Schuppen und die gallertweiche Haut. So haben unter den Stomiatiden nur wenige und dann sehr dünne Schuppen, die meisten keine; *Cyclothone* hat sehr dünne Schuppen, ebenso die meisten Sternoptychiden. Die Ceratiiden sind schuppenlos, ebenso *Gigantura*, *Saccopharynx* u. a. Infolge dieser weichen Haut können vielleicht Verschiedenheiten zwischen innerem und äußerem Druck beim Durchschwimmen größerer vertikaler Gebiete sich eher ausgleichen. Ferner rechne ich in erster Linie als Anpassungen die Ausbildung von Leuchtorganen und Teleskopaugen. Zwar sind beide nicht ohne weiteres als sichere Anzeichen für ein Tiefseeleben zu bewerten. Denn wie ich schon im Kapitel über die Leuchtorgane gezeigt habe, ist das Verbreitungsgebiet der meisten Leuchtfische nicht die eigentliche Tiefsee, und ebenso sehen wir, daß das Teleskopauge bei anderen Tieren auch schon unter dem Einfluß des Dämmerungslichtes auf dem Lande, im Süßwasser und im Meere sich ausbilden kann, aber unzweifelhaft sind es Anpassungen an das Leben im Dunkeln. Ihre biologische Bedeutung habe ich schon in früheren Kapiteln besprochen.

Tastorgane und besondere Ausbildung des Geruchssinnes sind nicht oder nur wenig vorhanden. Zwar finden wir bei manchen Stomiatiden besondere lange Barbeln, bei Ceratiiden Tentakel, aber da sie auch Leuchtorgane tragen, so dürften sie weniger als Tastapparate denn als Anlockungsorgane in Betracht kommen. Am ehesten könnte man noch stark verlängerten Flossenstrahlen wie bei *Bathypterois*, *Bathygadus* eine solche Bedeutung zuschreiben. Die Seitenorgane sind bei pelagischen in der Regel gut entwickelt, was verständlich ist, da in dem ruhigen Wasser der Tiefsee noch viel eher leichte Bewegungen des Wassers, die durch schwimmende Tiere veranlaßt werden, empfunden werden können und ihre Empfindung von noch größerem Vorteil ist als in den belichteten Oberflächenschichten. Bei den Grundfischen hingegen finden wir oft eine Rückbildung der Seitenlinie.

In der Färbung überwiegt schwarz, aber es kommen auch andere buntere Farben und Silberglanz vor und zwar auch bei solchen, für die wir einen Aufenthalt in großer Tiefe annehmen dürfen. Ich weise nur auf die Sternoptychiden und besonders auf *Gigantura* hin. Es ist möglich, daß die schwarze Farbe als Schutzfarbe zu beurteilen ist. Hierfür sprechen folgende Fälle. Von den *Cyclothone*-Arten leben die dunkel gefärbten tiefer als die wenig pigmentierte *C. signata*. Die Ceratiiden erscheinen fast alle schwarz, dagegen ihre litoralen Verwandten haben hellere Färbungen, ebenso verhalten sich die Saccopharyngiden. Hier hat sich also das Schwarz offenbar erst mit dem bathypelagischen Leben ausgebildet. Aber es ist auch wohl möglich, daß sie ganz indifferent ist, ebenso wie die schwarze Färbung des Peritoneums, Oesophagus und Magens, die sich sehr oft findet. Ich möchte bezweifeln, ob die Farben in der Tiefsee oder im Dunkel überhaupt eine größere Rolle spielen, da alle nur als Schatten erscheinen können, auch die Leuchtfische, weil ihr Licht vom Körper fortgesandt wird, also diesen im Dunkeln läßt.

Zum Schluß möchte ich noch eine Frage berühren. Trotz der Mannigfaltigkeit, die uns die Organisation der Tiefseefische, besonders in Bezug auf Augen und Leuchtorgane zeigt, finden wir doch unverkennbar einen richtenden Einfluß der äußeren Bedingungen, besonders der Lichtverhältnisse, die ja den in die Tiefsee wandernden Tieren die bedeutungsvollsten Verschiedenheiten bieten. Wir sehen die Leuchtorgane in den verschiedensten Familien nicht nur auftreten, sondern auch eine bestimmte Anordnung gewinnen und bestimmte Richtungen einschlagen; ich erinnere nur an die orbitalen und post- und suborbitalen Organe, an die Anordnung in Längsreihen. Dasselbe Bild bietet uns das Auge. Während sonst das Wirbeltierauge in Bezug auf Gestalt und Anordnung der Teile sich im Bereiche des Sonnenlichts sehr konservativ verhält, wohl sich vergrößert oder verkleinert, mögen die Bedingungen des Aufenthalts sich sonst auch noch so sehr ändern, bildet sich hier ein neuer Augentypus aus, und zwar nicht etwa nur vereinzelt, sondern wieder in den verschiedensten, systematisch weit auseinanderstehenden Familien. Ja, nicht nur bei den Fischen, sondern auch bei den Cephalopoden und Krebsen finden wir nach Chun's schönen Untersuchungen dasselbe. Auch andere Organe, besonders die zum Packen und Verschlingen der Beute dienenden zeigen Aehnliches.

Aus diesen Konvergenzerscheinungen geht fraglos ein starker richtender Einfluß der äußeren Lebensbedingungen hervor, und es liegt die Ansicht nahe, daß sie allein durch sie direkt hervorgerufen seien. Indessen ist dieses nicht richtig. Die Tiefsee ist für diese Frage sehr lehrreich. Sie hat relativ einfache, gleichmäßig und dauernd unverändert wirkende Faktoren besonders in Bezug auf Lichtverhältnisse, sie können deshalb viel intensiver zur Wirkung kommen. Die Tiefsee gleicht hierin anderen ähnlich einförmigen Gebieten, von denen die tiefen Seen und dunklen Höhlen ihr in dieser Hinsicht wohl noch am nächsten stehen. Wenn die äußeren Faktoren wirklich am Organismus direkt und allein Veränderungen hervorrufen könnten, so müßte sich dieser Einfluß noch weit gleichmäßiger und verbreiteter zeigen. Statt dessen finden wir aber die größten Verschiedenheiten. So sehen wir das Auge unverändert bleiben oder sich hoch differenzieren selbst bei nahe verwandten Formen. Ich erinnere nur an das Auge von *Argyropelecus* und *Sternoptyx*, an *Evermannella atrata* und *indica*, an *Melamphaes melanops*, welche Art allein ein großes Auge hat und sicher nicht tiefer lebt als die andern, ich erinnere an die starke Ausbildung des Tentakels bei Ceratiiden und die Rückbildung desselben bei den Ceratiiden. Weiter führe ich an, daß bei *Chauliodus* die Barbel, welche wie bei allen andern Stomiatiden vorhanden gewesen ist, rückgebildet ist, und dafür der erste Strahl der Rückenflosse ihre Funktion übernommen hat. Die Lage des orbitalen Leuchtorgans ist eine selbst bei nahe verwandten Gattungen, z. B. *Argyropelecus* und *Sternoptyx* sehr wechselnde. Während die andern *Cyclothone*-Arten Leuchtorgane wohl entwickelt zeigen, haben sie bei *C. obscura* wieder eine Rückbildung erfahren. Weiter treten uns Teleskopaugen in keiner Familie bei allen Gattungen entgegen, sondern es sind immer nur vereinzelte, während die andern ebenso wie andere ganze Familien ihr gewöhnliches Seitenauge behalten, obwohl sie unter denselben Lichtverhältnissen leben.

Diese Verschiedenheiten sind nur verständlich unter der Annahme, daß nicht nur äußere Faktoren, sondern auch die im Innern der Tiere gelegenen in Frage kommen. Erstere sind wohl insofern von Einfluß, als sie den Organismus veranlassen können, in neue Entwicklungsbahnen überzugehen und selbst diese Bahn zu bestimmen, aber es hängt vom Organismus ab, ob und in welcher Weise er diesem Einfluß nachgeben kann. Manche bleiben unverändert,

andere folgen ihm langsam, andere schneller. Ohne die Annahme einer Wechselwirkung zwischen äußeren und inneren Faktoren sind die Tiefseefische nicht verständlich. Weiter muß man bedenken, daß die ganze Tiefseefauna von einer abstammt, die unter andern Verhältnissen bereits zu größter Mannigfaltigkeit sich ausgebildet hat und daher schon in ihrer Entwicklungsrichtung, bevor sie in die Tiefsee einwanderte, mehr oder weniger bestimmt war. Für diejenigen Fische, welche bereits im Litoral gelebt haben und Grundformen blieben, entlang den Abhängen der Küsten allmählich in die Tiefe wanderten, sind die Aenderungen von geringem Umfange gewesen, dagegen sind diejenigen, die aus dem Pelagial in das Bathypelagial übergewandert sind, durch die neuen äußeren Faktoren, besonders die verschiedenen Lichtverhältnisse und die mit dem Dunkel verbundene Erschwerung des Kampfes ums Dasein, weit mehr beeinflußt worden. Am stärksten aber hat sich ihr Einfluß geltend gemacht für diejenigen, welche das Grundleben mit dem bathypelagischen vertauscht haben, indem bei ihnen nicht nur verschiedene Differenzierungen mancher Organe eingetreten sind, sondern auch eine Umgestaltung des ganzen Körpers notwendig geworden ist. Es sind die Ceratiiden und Saccopharyngiden. Bei ihnen finden wir denn auch Gestalten, die als die fremdartigsten und am meisten charakteristischsten der Tiefsee erscheinen müssen.

Literaturverzeichnis.

Abelsdorff, G., 1896: Ueber Sehpurpur und Augenhintergrund bei den Fischen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt.
— 1898: Physiologische Beobachtungen am Auge der Krokodile. Arch. f. Anat. u. Physiol. Phys. Abt.
Agassiz, A., 1888: Three Cruises of the United States Coast and geodetic survey Steamer „Blake". Bull. Mus. Compar. Zool. Harv. Coll., Vol. 15. Cambridge.
Aubert, H., 1886: Die Bewegungsempfindung. Arch. f. d. ges. Physiologie, Bd. 39.
Beer, Th., 1894: Die Accommodation des Fischauges. Arch. f. ges. Physiol., Bd. 58.
— 1898: Die Accommodation des Auges in der Tierreihe. Wiener klin. Wochenschr. 1898.
Béraneck, E., 1893: Étude sur l'embryogénie et sur l'histologie de l'oeil des Alciopides. Revue Suisse de Zoologie, T. I.
Berger, E., 1881: Das Auge von Luvarus imperialis Raf. Vergl. physiologische Studien von C. Fr. Krukenberg, 4 Abt. Heidelberg.
— 1882: Beiträge zur Anatomie der Sehorgane der Fische. Morph. Jahrb., Bd. 8.
Biagi, G., 1899: La fovea centrale della retina nei Lofobranchi. Spezia (nach dem Referat in: Jahresber. über die Leist. u. Fortschr. im Gebiet der Ophthalmologie, Jahrg. 30, 1901).
Bongardt, J., 1903: Beiträge zur Kenntnis der Leuchtorgane einheimischer Lampyriden. Zeitschr. f. wiss. Zool., B. 75.
Brandes, G., 1899: Die Leuchtorgane der Tiefseefische Argyropelecus und Chauliodus. Zeitschr. f. Naturwiss., B. 71. Stuttgart.
Brandt, K., 1885: Koloniebildende Radiolarien (Sphärozoëen). Fauna u. Flora des Golfes von Neapel, Mon. 13. Berlin.
Brauer, A., 1901: Ueber einige von der Valdivia-Expedition gesammelte Tiefseefische und ihre Augen. Sitzber. Ges. B. f. ges. Naturw., Nr. 8. Marburg.
— 1902: Ueber den Bau der Augen einiger Tiefseefische. Verh. D. Zool. Ges, 1902. Leipzig.
— 1904: Ueber die Leuchtorgane der Knochenfische. Verh. D. Zool. Ges., 1904. Leipzig.
— 1906: Die Tiefsee-Fische. I. Systematischer Teil. Wissensch. Ergebn. der Deutsch. Tiefsee-Expedition. Jena.
Brücke, E., 1844: Ueber die physiologische Bedeutung der stabförmigen Körper und der Zwillingszapfen in den Augen der Wirbeltiere. Arch. f. Anat., Physiol. und wiss. Medicin. Berlin.
— 1845: Anatomische Untersuchungen über die sogenannten leuchtenden Augen bei Wirbeltieren. Arch. f. Anat., Physiol. und wissensch. Medicin.
Burckhardt, R., 1900: On the luminous organs of Selachian Fishes. Ann. and Mag. of Natur. History Ser. 7, Vol. 6.
Cajal, R. v., 1894: Die Retina der Wirbeltiere. Uebersetzt von R. Greeff. Wiesbaden.
Carrière, J., 1885: Die Sehorgane der Thiere vergleichend-anatomisch dargestellt. München und Leipzig.
Chiarini, P., 1900: Ricerche sulla struttura degli organi fosforescenti dei pesci. Milano.
— 1904: Changements morphologiques que l'on observe dans la rétine des vertébrés par l'action de la lumière et de l'obscurité. Archives ital. de Biologic, T. 42. Turin.
Chievitz, J. H., 1889: Untersuchungen über die Area centralis retinae. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt., Suppl.
— 1890: Untersuchungen über die Entwicklung der Area und Fovea centralis retinae. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.

Chievitz, J. H., 1891: Ueber das Vorkommen der Area centralis retinae in den vier höheren Wirbeltierklassen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.

Chun, C., 1887: Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehungen zur Oberflächenfauna. Bibl. Zool., H. 1.

— 1890: Die pelagische Tierwelt in großen Meerestiefen. Leipzig. Verh. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte.

— 1896: Atlantis. Bibl. Zool., H. 19.

— 1903: Ueber Leuchtorgane und Augen von Tiefsee-Cephalopoden. Verhandlg. d. Deutsch. Zool. Ges. Würzburg.

— 1903: Aus den Tiefen des Weltmeeres. Jena, 2. Aufl.

Cocco, A., 1838: Su di alcuni Salmonidi del Mare di Messina. Lett. al C. L. Bonaparte. Nuovi Ann. d. Sc. natur. di Bologna (I) V, 2.

Denissenko, G., 1881: Ueber den Bau der äußeren Körnerschicht der Netzhaut bei den Wirbeltieren. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. 19.

Deyl, J., 1895: Ueber den Sehnerven bei Siluroiden und Acanthopsiden. Anatom. Anzgr., Bd. XI, Nr. 1.

Dittrich, R., 1888: Ueber das Leuchten der Tiere. Wissensch. Beil. z. Progr. Realgymn. am Zwinger in Breslau.

Doflein, F., 1903: Die Augen der Tiefseekrabben. Biolog. Centralbl., B. 23.

— 1904: Brachyura. Wiss. Ergebn. der Deutsch. Tiefsee-Expedit. Valdivia, B. VI. Jena.

— 1906: Ueber Leuchtorgane bei Meerestieren. Sitz.-Ber. der Gesellsch. für Morph. und Physiol. München.

Dubois, R., 1886: Contribution à l'étude de la production de la lumière par les êtres vivants. Les Élatérides lumineux. Bull. de la Soc. Zoolog. de France, V. 11.

— 1892: Anatomie et physiologie comparées de la Pholade dactyle. Annal. de l'université de Lyon, V. 2. Paris.

— 1898: Leçons de Physiologie générale et comparée. Paris.

Eigenmann, C. H., 1899: The eyes of the blind Vertebrates of North-America. I. The eyes of the Amblyopsidae. Arch. f. Entw.mechan., V. 8.

— 1903: The eyes of the blind Vertebrates of North America. V. The history of the eye of the blind fish Amblyopsis from its appearance to its disintegration in old age. Mark Anniversary Volume. (Nach dem Referat in: Merkel-Bonnet: Ergebnisse d. Anat. u. Entw., B. 15, 1906.)

Emery, C., 1889: Das Leuchtorgan am Schwanze von Scopelus Benoiti. Biolog. Centralbl., V. 8.

Exner, S., 1875: Ueber das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges. Sitz.-Ber. K. Akad. Wiss., III. Abt., 72. Bd. Wien.

— 1891: Die Physiologie der fazettirten Augen von Krebsen und Insecten. Leipzig und Wien.

Exner, S. u. Januschke, 1905: Das Verhalten des Guanintapetums von Abramis brama gegen Licht und Dunkelheit. Sitz.-Ber. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl., Bd. 114, Abt. III.

— — 1906: Die Stäbchenwanderung im Auge von Abramis brama bei Lichtveränderungen. Sitz. Ber.-Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl., Bd. 115, Abt. III.

Franz, V., 1905: Zur Anatomie, Histologie und funktionellen Gestaltung des Selachierauges. Jen. Zeitschr. für Naturw. u. Med., V. 40.

— 1907: Bau des Eulenauges und Theorie des Teleskopauges. Biolog. Centralbl., Bd. 27, Nr. 9, 11.

Fritsch, G., 1884: Ueber den Angelapparat des Lophius piscatorius. Sitz.-Ber. Kgl. Pr. Akad. Wiss.

— 1886: Ueber einige bemerkenswerte Elemente des Centralnervensystems von Lophius piscatorius L. Arch. mikrosk. Anat., B. 27.

— 1904: Die Retinaelemente und die Dreifarbentheorie. Abhandlg. d. Kgl. Pr. Akad. Wiss. Anhg. Berlin.

Forel, F. A., 1885: La faune profonde des Lacs Suisses. Neue Denkschr. Allgem. Schweiz. Ges. Naturw., 29. B., 2. Abt.

Garman, S., 1899: Reports on an Exploration off the West Coasts of Mexico, Central and South America, and off the Galapagos Islands. XXVI The Fishes. Mem. Mus. of Compar. Zool. at Harvard Coll., V. 24. Cambridge.

Garten, S., 1907: Die Veränderungen der Netzhaut durch Licht. Graefe-Saemisch: Handb. der Ges. Augenheilkunde, 2. Aufl., Lief. 119—121. Leipzig.

Gatti, M., 1903: Ricerche sugli organi luminosi dei pesci. Roma. Annali di Agricoltura, 1902.

Gerstaecker, A., 1901: Crustacea. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Arthropoden., B. V, 2. Abt. Leipzig.

Giesbrecht, 1895: Mitteilungen über Copepoden, 7—9. Mitt. Zool. Stat. Neapel. B. 11.

Giglioli, E., 1870: La fosforescenza del mare. Bollet. Soc. geogr. italiana Firenze.

Goette, A., 1879: Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skeletsystems der Wirbeltiere. II. Die Wirbelsäule und ihre Anhänge. Arch. mikrosk. Anat., B. 16.

Greene, Ch. W., 1899: The phosphorescent organs in the toadfish, Porichthys notatus Girard. Journ. of Morphol, V. 15.

Günther, A., 1886: Handbuch der Ichthyologie. Wien.

— 1887: Report on the Deep-Sea Fishes collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76, Vol. 22. London.

Guppy, H. B., 1882: Note on the pearly organs of Scopelus. The Ann. and Mag. of nat. Hist., V. 9 (5 Ser.)

Handrick, K., 1901: Zur Kenntnis des Nervensystems und der Leuchtorgane von Argyropelecus hemigymnus. Zoologica, H. 32, Band 13. Stuttgart.

Hesse, R., 1899: Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. V. Die Augen der polychaeten Anneliden. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 65.

— 1900: Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. VI. Die Augen einiger Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zool., B. 68.

— 1901: Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. VII. Von den Arthropoden-Augen. Zeitschr. f. wiss. Zool., B. 70.

— 1902: Ueber die Retina des Gastropodenauges. Verhandl. d. Deutsch. Zoolog. Ges. Gießen.

Hoffmann, C. K., 1881: Reptilien. Bronn's Klassen u. Ordng., Bd. VI, Abt. 3. Leipzig u. Heidelberg.

Hoyle, W. E., 1894: On the luminous organs of Cephalopoda. Rep. 63 meet. Brit. Assoc. adv. of Scienes. London.

— 1902: The luminous organs of Pterygioteuthis margaritifera, a mediterranean Cephalopod. Mem. and Proceed. of the Manchester Liter. and Philos. Soc., V. 46.

— 1902: On an intrapallial luminous organ in the Cephalopoda. Verh. V. Internat. Zool. Congr. 1901. Berlin.

Illig, G., 1905: Das Leuchten der Gnathophausien. Zool. Anzeig., B. 28, Nr. 19/20.

Mc Intosh, W. C., 1885: On the phosphorescence of marine animals. Nature, Vol. 32.

Johann, L., 1899: Ueber eigentümliche epitheliale Gebilde (Leuchtorgane) bei Spinax niger. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 66.

Joubin, L., 1895: Note sur les appareils photogénes cutanés de deux Céphalopodes. Mem. Soc. zool. de France, T. 8.

Kellogg, V. L., 1888: The divided eyes of Arthropoda. Zool. Anzgr., Bd. 21.

de Kerville, H. G., 1893: Die leuchtenden Tiere und Pflanzen. Uebers. von W. Marshall. Leipzig.

Kölliker, A., 1853: Eigentümliche Hautorgane und Wirbel von Chauliodus. Zeitschr. wiss. Zool., B. 4.

Kohl, C., 1892: Rudimentäre Wirbeltieraugen. Teil I. Bibliotheca zoologica, H. 13. Cassel.

— 1895: Rudimentäre Wirbeltieraugen. Teil III. Bibliotheca zoolog., H. 14. Nachtrag. Stuttgart.

Krause, W., 1876: Die Nerven-Endigung in der Retina. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 12.

— 1881: Ueber die Retinazapfen der nächtlichen Tiere. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 19.

— 1886: Die Retina. II. Die Retina der Fische. Internat. Monatsschr. für Anat. und Physiologie, Bd. 3.

— 1892: Die Retina. II. Die Retina der Fische. Internat. Monatsschr. für Anat. u. Physiol, Bd. 9.

Krukenberg, C. Fr. W., 1887: Neue Tatsachen für eine vergleichende Physiologie der Phosphorescenzerscheinungen bei Tieren und Pflanzen. Vergl. Physiolog. Studien, II. Reihe. Heidelberg.

Kühne, W. und H. Sewall, 1880: Zur Physiologie des Sehepithels, insbesondere der Fische. Untersuch. aus dem Physiol. Institut Heidelberg, Bd. 3.

Langhans, Th., 1865: Untersuchungen über die Sclerotica der Fische. Zeitschr. f. wiss. Zool., B. 15. 1865.

von Lendenfeld, R., 1887: Report on the Structure of the phosphorescent organs of Fishes in: Report on the scient. res. of the Voyage of H. M. S. Challenger, Vol. 22. Append. B. London.

— 1905: The radiating organs of the deep-sea fishes. Mem. Mus. Compar. Zool. Harv. Coll., V. 30. Cambridge

Leuckart, R., 1875: Organologie des Auges. Handb. d. ges. Augenheilkunde, V. 2. Leipzig.

Leydig, F., 1879: Ueber die Nebenaugen des Chauliodus Sloanei. Arch. f. Anat. u. Entw.

— 1881: Die augenähnlichen Organe der Fische. Bonn.

Lo Bianco, S., 1904: Pelagische Tiefseefischerei der „Maja“ in der Umgebung von Capri. Jena.

Lütken, Chr. Fr., 1892: Spolia Atlantica. Scopelini Musei Zoologici Universitatis Hauniensis. Kopenhagen.

Mangold, E., 1907: Ueber das Leuchten der Tiefseefische. Arch. ges. Physiol., B. 119. Bonn.

Manz, W., 1858: Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Accommodation des Fischauges. Inaug.-Diss. Freiburg i. Br.

Marenzeller, E. v., 1893: Die Nahrung der Tiefseetiere. Vortr. Ver. Verbr. naturw. Kenntn. Wien. 33. Jahrg., H. 4.

Marshall, W., 1888: Die Tiefsee und ihr Leben. Leipzig.

Matthiessen, L., 1880: Untersuchungen über den Aplanatismus und die Periskopie der Krystalllinsen in den Augen der Fische. Arch. f. d. ges. Physiologie, Bd. 21.

— 1886: Ueber den physikalisch-optischen Bau des Auges der Cetaceen und Fische. Arch. f. d. ges. Physiologie, Bd. 39.

Meyer, W. Th., 1906: Ueber das Leuchtorgan der Sepiolini. Zool. Anzeig., B. 30, Nr. 11/12.

Miltz, O., 1899: Das Auge der Polyphemiden. Zoologica, herausg. von C. Chun. Stuttgart.

Möbius, K., 1880: Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. Berlin.

Moseley, H. N., 1887: Report on the structure of the peculiar organs on the head of Ipnops. Rep. Voy. Challenger Zoology, Vol. 22.

Müller, G. W., 1891: Neue Cypridiniden. Zoolog. Jahrb., Abt. Syst., B. 5.

Neumayer, L., 1897: Der feinere Bau der Selachier-Retina. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklgsgesch., Bd. 48.

Nussbaum, M., 1901: Die Entwicklung der Binnenmuskeln des Auges der Wirbeltiere. Arch. f. mikr. Anat. u. Entw., Bd. 58.

Peters, A. W., 1905: Phosphorescence in Ctenophores. Journ. Experim. Zool., V. 2. Cambridge.

Pflüger, E., 1875: Beiträge zur Lehre von der Respiration. 1. Die Phosphorescenz der lebendigen Organismen und ihre Bedeutung für die Principien der Respiration. Arch. f. ges. Physiologie. Bd. 10. Bonn.

Pütter, A., 1903: Die Augen der Wassersäugetiere. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., V. 17.

— 1905: Leuchtende Organismen. Zeitschr. f. allgem. Physiol., B. 5. Jena.

Quatrefages, A. de, 1850: Mémoire sur la phosphorescense de quelques invertébrés marins. Ann. des sciences natur., 3 sér., T. 14.

Radziszewski, Br., 1880: Ueber die Phosphorescenz der organischen und organisierten Körper. Liebig's Ann. d. Chemie, B. 203.

Reinhardt, J., 1854: Tvende Jagttagelser af phosphorisk Lysning hos en Fisk og en Insektlarve. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhist. Forening i Kjöbenhavn.

Ritter, W. E., 1893: On the eyes, the integumentary sense papillae, and the integument of the San Diego blind fish (Typhlogobius californiensis Steind.). Bull. of the Mus. comp. Zool. Harw. Coll., V. 24.

Samassa, P., 1891: Untersuchungen über das centrale Nervensystem der Cladoceren. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 38.

Scherl, J., 1893: Einige Untersuchungen über das Pigment des Auges. Graefe's Archiv f. Ophthalmol., Bd. 39, Abt. 2.

Schiefferdecker, 1887: Ueber das Fischauge. Anat. Anz. Nr. 12. Jena.

Slonaker, J. R., 1897: A comparative study of the area of acute vision in Vertebrates. Journ. of Morphol., V. 13.

Solger, B., 1881: Zur Kenntnis der Verbreitung von Leuchtorganen bei Fischen. Arch. mikr. Anat., B. 19.

Stadler, G., 1906: Ueber das Vorkommen von Leuchtorganen im Tierreich. Mitt. Naturw. Ver. Wien, 4. Jahrg. Nr. 1 u. 2.

Steche, 1907: Ueber leuchtende Oberflächenfische aus dem malayischen Archipel. Verh. D. Zool. Gesellsch.

Studnička, F. K., 1898: Untersuchungen über den Bau der Sehnerven der Wirbeltiere. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 31.

Sweet, G., 1906: Contributions to our knowledge of the anatomy of Notoryctes typhlops Stirl. Quart. Journ. of microsc. science N. S., Vol. 50. London.

Thomson, W. u. J. Murray, 1885: Report of the scientific results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Narrative. London.

Ussow, M., 1879: Ueber den Bau der sogenannten augenähnlichen Flecken einiger Knochenfische. Bull. Soc. impér. d. Natur. de Moscou.

Vanhoeffen, E., 1902: Biologische Beobachtungen von der Deutschen Südpolar-Expedition. Veröff. d. Instit. f. Meereskunde und des Geograph. Instituts Berlin. H. 1.

Virchow, H., 1882: Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Auges. Berlin.

Volz, W., 1905: Zur Kenntnis des Auges von Periophthalmus und Boleophthalmus. Zool. Jahrb., Anat. Abt., Bd. 22. Jena.

Weber, M., 1902: Introduction et description de l'expedition. Siboga-Expedition. I.

Weber-van Bosse, A., 1905: Ein Jahr an Bord I. M. S. Siboga. Deutsche Ausg. Leipzig.

Willemoes-Suhm, R. v., 1875: Von der Challenger-Expedition. Z. wiss. Zool., Bd. 26.

Zelinka, C., 1882: Die Nerven der Cornea der Knochenfische und ihre Endigung im Epithel. Arch. mikr. Anat., Bd. 21.

Zimmer, C., 1897: Die Facettenaugen der Ephemeriden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 63.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 3

A. Leuchtorgane 4

Spezieller Teil 4

I. Familie: Sternoptychidae 4

1. *Gonostoma elongatum* 4
2. *Gonostoma denudatum* 9
3. *Cyclothone* 11
4. *Diplophos taenia* 18
5. *Photichthys argenteus* 20
6. *Ichthyococcus ovatus* 22
7. *Vinciguerria lucetia* 25
8. *Triplophos elongatum* 27
9. *Polyipnus spinosus* 30
10. *Sternoptyx diaphana* 33
11. *Argyropelecus* 39
12. *Valenciennellus* 45

II. Familie: Stomiatidae 48

13. *Chauliodus* 48
14. *Astronesthes elucens* 59
15. *Bathylychnus cyaneus* 61
16. *Idiacanthus fasciola* 64
17. *Dactylostomias ater* 71
18. *Malacosteus indicus* 75
19. *Stomias Valdiviae* 80
20. *Melanostomias melanops* 87
21. *Macrostomias longibarbatus* 87

III. Familie: Scopelidae 89

22. *Myctophum* 89
23. *Neoscopelus macrolepidotus* 100

IV.—VII. Familie: Ceratiidae, Gigantactinidae, Antennariidae, Malthidae . . . 102

a) Die Tentakelorgane 103
24. *Gigantactis* und *Oneirodes* 103
25. *Chaunax* und *Halicmetus* 106
b) Die Tentakel 107

Seite

Allgemeiner Teil 118

1. Verbreitung der Leuchtorgane bei Fischen 118
2. Bau und morphologische Bewertung der Organe 120
3. Beobachtungen über das Leuchten der Fische 127
4. Einige Betrachtungen über den Leuchtvorgang 133
5. Biologische Bedeutung der Leuchtorgane 140

B. Augen 154

Spezieller Teil 154

a) Die Augen von Grundfischen 156
1. *Setarches Güntheri* 156
2. *Peristedion Rivers-Andersoni* 156
3. *Lycodes macrops* 157
4. *Lamprogrammus niger* 157
5. *Neobythites nigripinnis* 158
6. *Macrurus flabellispinis* 158
7. *Macrurus pumiliceps* 158
8. *Macrurus laevis* 158
9. *Macrurus cavernosus* 158
10. *Coloconger raniceps* 159
11. *Synaphobranchus brevidorsalis* 160
12. *Halicmetus ruber* 160
13. *Bentholatis Moresbyi* 161
14. *Barathronus affinis* 161
b) Die Augen von bathypelagischen Fischen 164
15. *Myctophum* 164
16. *Neoscopelus macrolepidotus* 167
17. Auge eines unbestimmten Fisches 167
18. *Microstoma microstoma* 169
19. *Bathylagus antarcticus* 170
20. *Alepocephalus lividus* 170
21. *Avocettina infans* 171
22. *Melamphaes suborbitalis* 171
23. *Lepidopus tenuis* 171
24. *Gonostoma elongatum* 172
25. *Gonostoma denudatum* 172
26. *Cyclothone* 172
27. *Diplophos taenia* 174
28. *Triplophos elongatum* 174
29. *Sternoptyx diaphana* 175
30. *Polyipnus spinosus* 175
31. *Stomias Valdiviae* 176
32. *Stomias nebulosus* 176
33. *Macrostomias longibarbatus* 176
34. *Chauliodus Sloanei* 176
35. *Idiacanthus fasciola* 176
36. *Astronesthes elucens* 176

37. *Bathylychnus cyaneus* 176
38. *Dactylostomias ater* 176
39. *Malacosteus indicus* 177
40. *Stylophthalmus paradoxus* 178
41. *Aceratias macrorhinus* 184
42. *Gigantactis Vanhoeffeni* 184
43. *Oneirodes niger* 184
44. *Ceratias Collesi* 184
45. *Cetomimus Gilli* 185
46. *Vicinguerria lucetia* 186
47. *Valenciennellus stellatus* 187
48. *Ichthyococcus ovatus* 187
49. *Bathytroctes rostratus* 190
50. *Platytroctes procerus* 192
51. *Evermannella atrata* 192
52. *Evermannella indica* 192
53. *Argyropelecus* 197
54. *Dolichopteryx anascopa* 204
55. *Leptocephalus mirabilis* 207
56. *Opisthoproctus soleatus* 208
57. *Winteria telescopa* 210
58. *Gigantura indica* 213
59. *Dissomma anale* 216
Zusammenfassung der Resultate 220

C. Orbitale Leuchtorgane 248
D. Schlußbetrachtungen 250
Literaturverzeichnis 258
Erklärung der Tafeln 266

Erklärung der Bezeichnungen auf den Tafeln XIX—XLIII.

af Ausführungsgang
al Augenlinse
ant Antorbitalfortsatz
au Auge
auf Furche am Auge
b Bindegewebige Hülle
bi Bindegewebe
bl Blutgefäß
bm Branchiostegalmembran
bo Bandförmiges Organ
c Cornea des Auges
cl Centraler Teil des Linsenkörpers
ch Chorioidea
chp Pigment der Chorioidea
co Corium
cs Centraler Sinus
cho Chorda
crd Schädeldach
crv Schädelboden
dr, *dr*^{1}, *dr*^{2} Drüsenzellen
e Epidermis
ep Epithel
f Fovea
g Gallertkörper
geh Gehirn
gz Ganglienzellen
i, *i*^{1} Iris
is Interorbitalseptum
kh Kiemenhöhle
kn Knorpel
ko Kugliges Organ
l Linsenkörper
la Lamelle
lip Ligamentum pectinatum
lp, *lp*^{1} laterale Pigmentschicht
lpo Linsenpolster
m Membran
ms Zwischenstrang
mu, *mu*^{1}, *mu*^{2} Muskel
mus Sehne
n Nerv
nre Nebenretina
o, *o*^{1}, *o*^{2} Leuchtorgan
oe^1 Oeffnung der Drüse
oer Rand der Oeffnung
olf Olfactorius
op Opticus
orb Orbitales Organ
p, *pp* Pigment
pl Peripherer Teil des Linsenkörpers
po Postorbitales Organ
r, *r*^{1} Reflektor
re Retina
Re Hauptretina
rep Pigmentepithel der Retina
retr Retractor lentis
sch Schädel
s, *s*^{1} Schuppe
scl Sclera
sep Septum
so Sinnesorgan
subo Suborbitales Organ
st Stäbchen
sta Stachel
str, *str*^{1} Flossenstrahl
stz Stäbchenzelle
ta Tapetum
tap Tastpapille
tr Flossenträger
trg Trigeminusganglion
uk Unterkiefer
vr Vorraum
w Wirbel
z Zapfen
zi Zipfel
zk Zwischenkiefer

Druck von Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

Tafel XIX.

Tafel XIX.

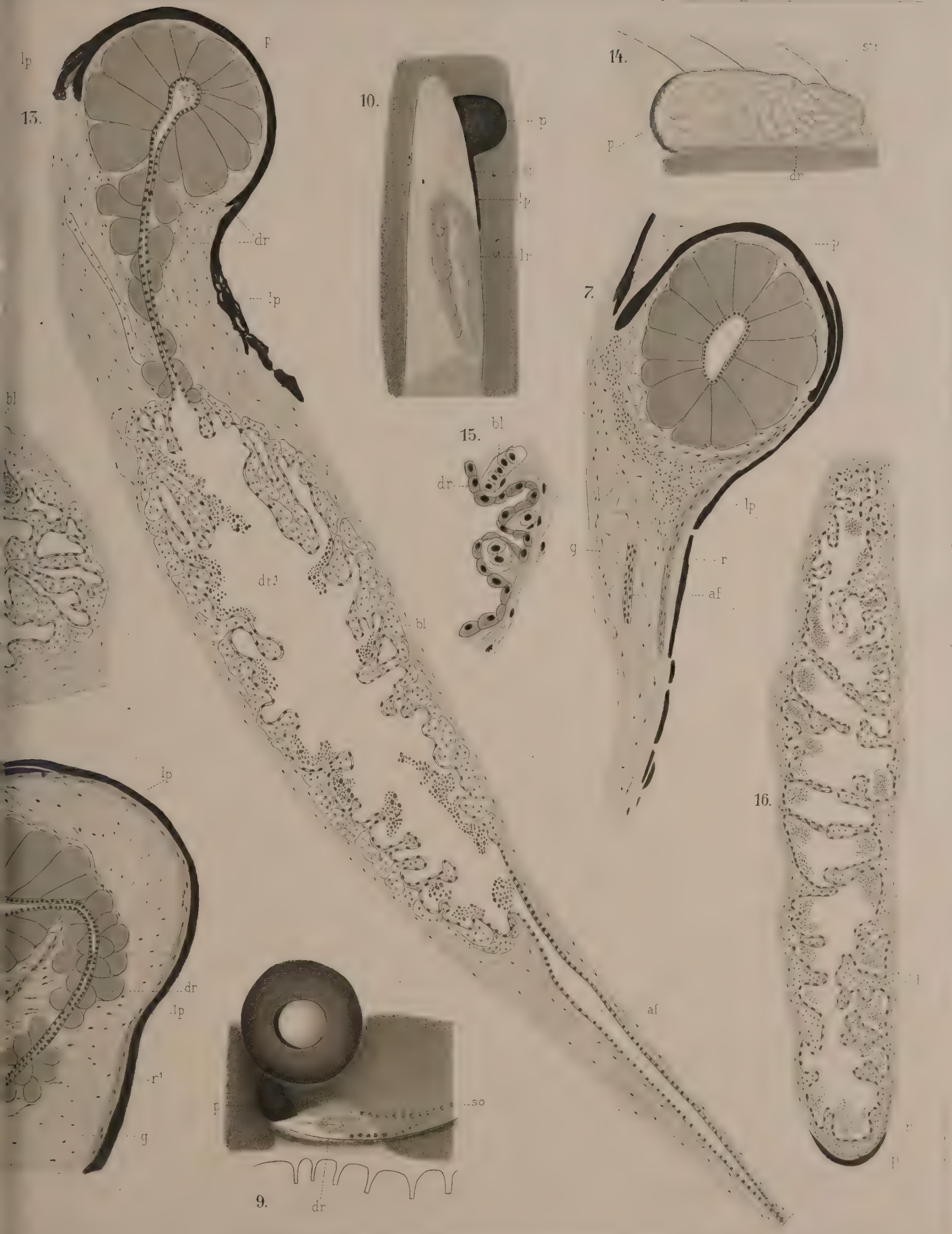
Leuchtorgane von *Gonostoma elongatum*.

Fig. 1. Viertes, Fig. 2 achtes Leuchtorgan der Branchiostegalmembran. Vergr. 60.
„ 3. Ein Leuchtorgan aus der ventralen Längsreihe am Rumpfe zwischen der Brust- und Bauchflosse. Vergr. 60.
„ 4. Ein kleines Leuchtorgan in der Seitenwand des Rumpfes. Vergr. 60.
„ 5. Leuchtorgan aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes. Sagittalschnitt durch den Rumpf. Vergr. 490.
„ 6. Leuchtorgan auf der Branchiostegalmembran. Sagittalschnitt durch dieselbe. Vergr. 260.
„ 7. Leuchtorgan aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 260.
„ 8. Kleines Leuchtorgan aus der Seitenwand des Rumpfes. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 550.
„ 9. Rechtes Auge mit dem orbitalen Organ. Vergr. 20.
„ 10. Dorsales Organ des Kiemendeckels. Vergr. 100.
„ 11. Organ der lateralen Längsreihe des Rumpfes. Vergr. 60.
„ 12. Organ der lateralen Längsreihe des Rumpfes. Sagittalschnitt durch den Körper. Vergr. 230. Aus mehreren Schnitten kombiniert.
„ 13. Dorsales Organ des Kiemendeckels. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 14. Präcaudales Organ. Vergr. 100.
„ 15. Ein Teil der Wand des präcaudalen Organs. Vergr. 810.
„ 16. Sagittalschnitt durch ein präcaudales Organ. Vergr. 260.

A. Brauer del

TAF.

Fig. 1-16 Gonosto



ngatum.

Lith. Anst. v. A. Giltsch Jena

Tafel XX.

Tafel XX.

Fig. 1—2 Leuchtorgane von *Gonostoma denudatum*, Fig. 3—22 Leuchtorgane von *Cyclothone*.

Fig. 1. Leuchtorgan der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Gonostoma denudatum*. Länge des Fisches 8,7 cm. Vergr. 60.

„ 2. Orbitales Leuchtorgan von *Gonostoma denudatum*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Länge des Fisches 5,8 cm. Vergr. 150.

„ 3. Größtes Leuchtorgan der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Cyclothone signata* Garm. und *C. signata alba* A. Br. zwischen der Brust- und Bauchflosse. Länge des Fisches 2,5 cm. Vergr. 60.

„ 4. Dasselbe Organ von *C. microdon* G. und *C. microdon pallida* A. Br. Länge des Fisches 2,7 cm. Vergr. 60.

„ 5. Dasselbe Organ von *C. livida* A. Br. Länge des Fisches 2,5 cm. Vergr. 60.

„ 6. Dasselbe Organ von *C. acclinidens* Garm. Länge des Fisches 2,8 cm. Vergr. 60.

„ 7. Größtes und kleinstes Organ der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *C. signata* Garm. zwischen dem Isthmus und der Bauchflosse. Vergr. 27.

„ 8. Organ der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *C. signata* Garm. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 490.

„ 9. Wie Fig. 8; Pigment entfernt. Verg. 490.

„ 10. Organ von der Branchiostegalmembran von *C. microdon pallida* A. Br. Querschnitt durch die Membran. Vergr. 490.

„ 11. Reflektorzellen eines Organs der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *C. microdon pallida*. Vergr. 810.

„ 12. Querschnitt durch den dorsalen Teil des Schwanzes. Präcaudale Drüsen von *C. acclinidens* Garm. Vergr. 150.

„ 13. Präcaudale Drüsen von *C. acclinidens*. Vergr. 550.

„ 14 u. 15. Präcaudale Drüsen von *C. microdon* G. Vergr. 550.

„ 16. Auge und orbitales Organ von *C. microdon* G. Etwas schiefer Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 17. Auge und orbitales Organ von *C. signata* Garm. Etwas schiefer Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 18. Organ der Branchiostegalmembran von *C. obscura* A. Br. Querschnitt durch die Membran. Vergr. 550.

„ 19 u. 20. Orbitales Organ von *C. obscura* A. Br. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 550.

„ 21. Auge und orbitales Organ von *C. microdon pallida* A. Br. Vergr. 10.

„ 22. Dorsales Organ und Drüsenschlauch auf dem Kiemendeckel von *C. microdon pallida* A. Br. Vergr. 10.

A.Brauer del.

TAF. XX.

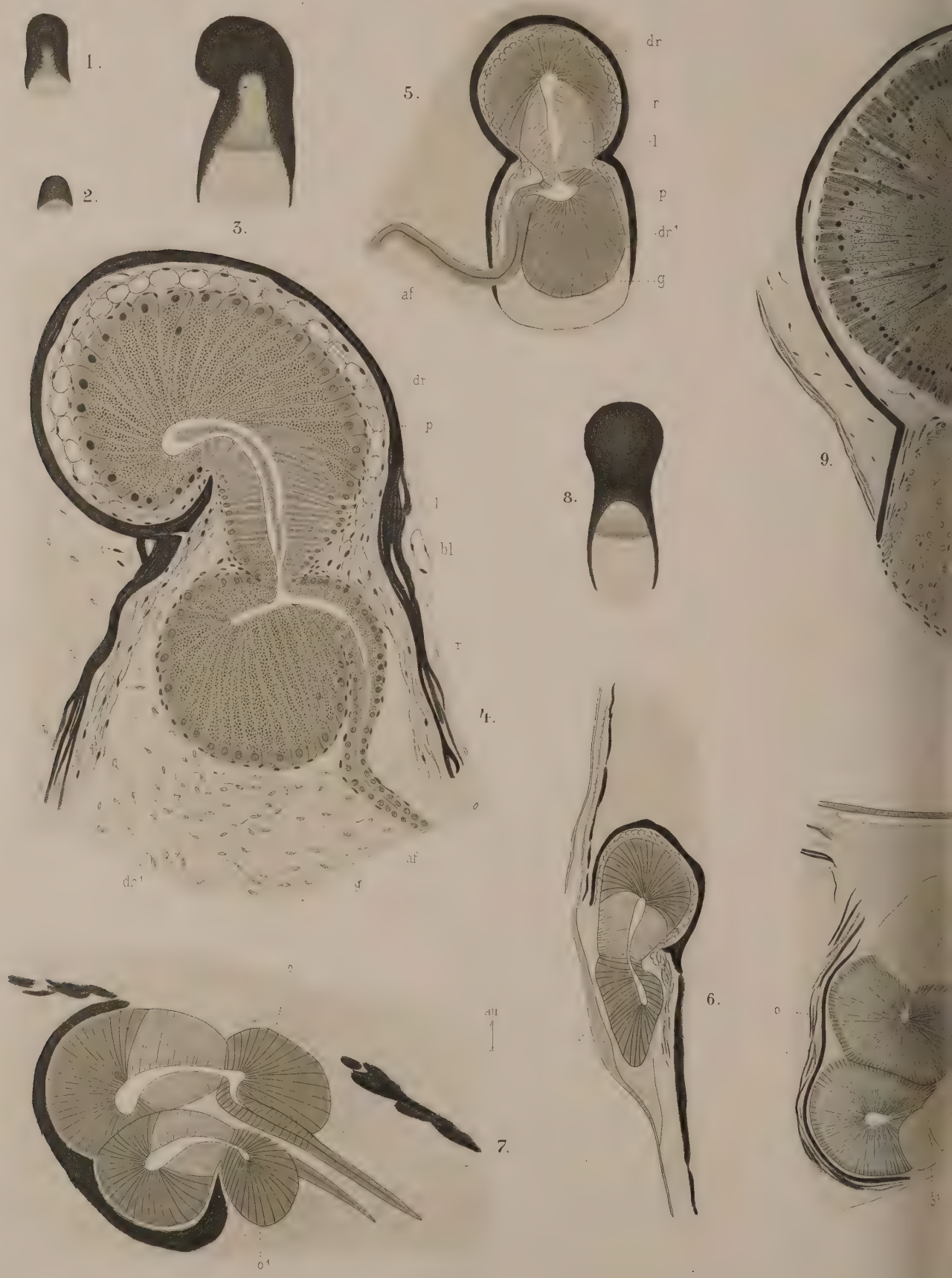
Fig.1-2 Gonostoma denudatum Raf. – Fig. 3-22 Cyclothone Gu B.

Tafel XXI.

Tafel XXI.

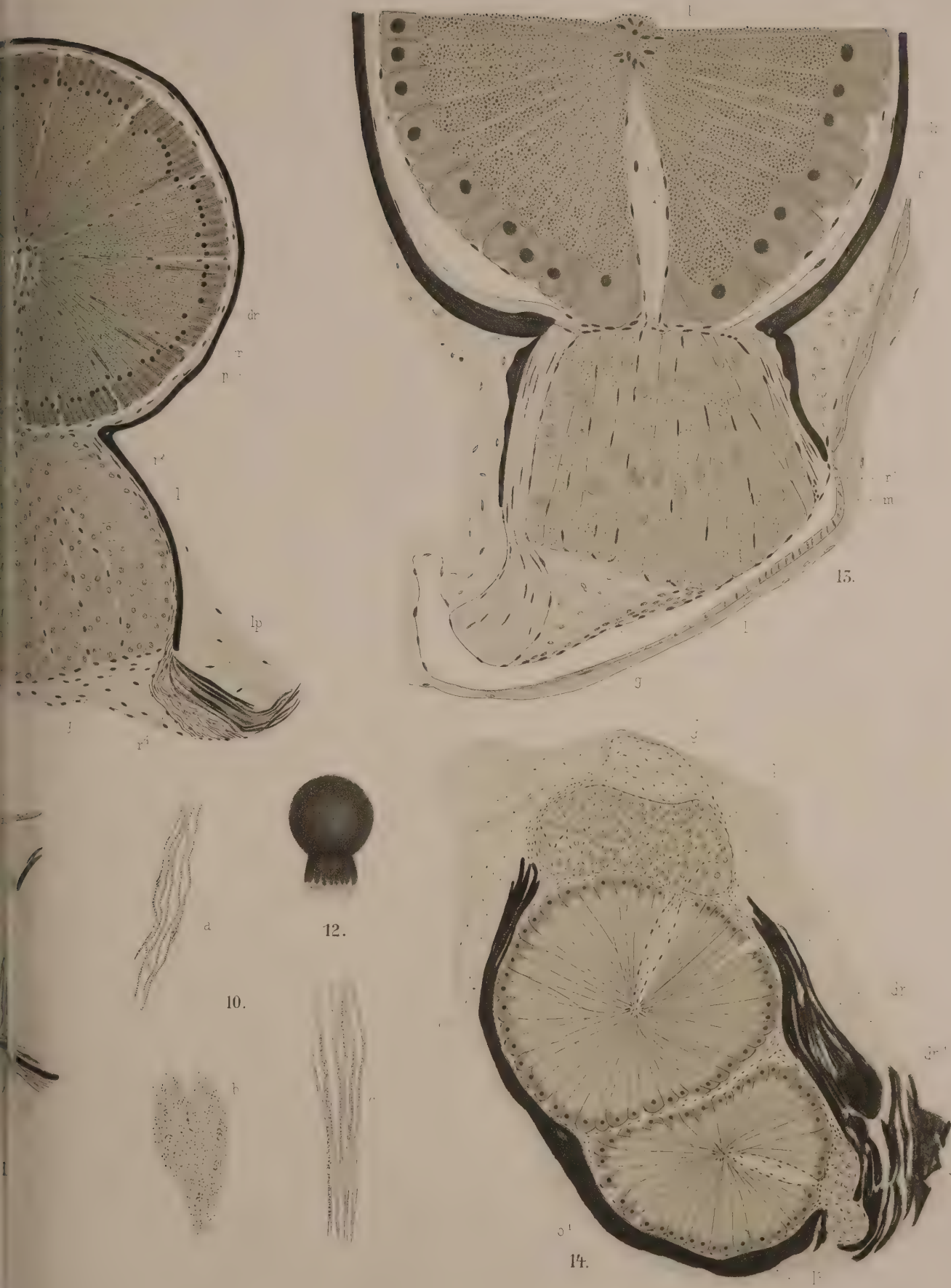
Fig. 1—7 Leuchtorgane von *Diplophos taenia* Günther, Fig. 8—11 Leuchtorgane von *Photichthys argenteus* Hutt., Fig. 12—14 Leuchtorgane von *Ichthyococcus ovatus* (Cocco).

Fig. 1. Leuchtorgane aus der dritten lateralen Längsreihe des Rumpfes von *Diplophos*. Vergr. 20.
„ 2. Kleines Leuchtorgan von der Seitenwand des Rumpfes von *Diplophos*. Vergr. 20.
„ 3. Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Diplophos*. Vergr. 20.
„ 4. Organ von der Branchiostegalmembran von *Diplophos*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 550.
„ 5. Organ aus der unteren lateralen Längsreihe des Rumpfes von *Diplophos*. Sagittalschnitt durch den Rumpf. Vergr. 260.
„ 6. Organ aus der unteren lateralen Längsreihe des Rumpfes von *Diplophos*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 150.
„ 7. Orbitales Doppelorgan von *Diplophos*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 260.
„ 8. Organ aus der lateralen Längsreihe des Rumpfes von *Photichthys*. Vergr. 60.
„ 9. Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Photichthys*. Querschnitt durch den Körper. Vergr. 260.
„ 10a—c. Reflektorzellen aus einem Rumpforgan von *Photichthys*. Vergr. 810.
„ 11. Orbitales Doppelorgan von *Photichthys*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 95.
„ 12. Organ von der Branchiostegalmembran von *Ichthyococcus*. Vergr. 60.
„ 13. Organ aus der Längsreihe des Rumpfes von *Ichthyococcus*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 490.
„ 14. Orbitales Organ von *Ichthyococcus*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 260.



A. Brauer del.

Fig. 1-7 Diplophos taenia G. Fig. 8-11 Photichthys



Hutt. Fig. 12-14 Ichthyococcus ovatus (Cocco)

Tafel XXII.

Tafel XXII.

Fig. 1—3 Leuchtorgane von *Vinciguerria lucetia* (Garm.), Fig. 4—7 Leuchtorgane von *Triplophos elongatum* A. Br., Fig. 8—14 Leuchtorgane von *Sternoptyx diaphana* Herm.

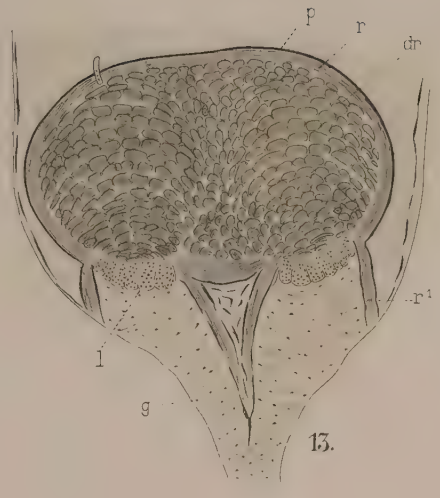
Fig. 1. Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Vinciguerria*. Vergr. 60.
„ 2. Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Vinciguerria*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 490.
„ 3. Orbitales Organ von *Vinciguerria*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 4. Organ aus der mittleren lateralen Längsreihe des Rumpfes von *Triplophos*. Vergr. 100.
„ 5. Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Triplophos*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 260.
„ 6. Uebergangszone zwischen dem Drüsen- und Linsenkörper aus einem Organ von der Branchiostegalmembran von *Triplophos*. Vergr. 550.
„ 7. Orbitales Organ von *Triplophos*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 95.
„ 8. Ventrales Organ des Rumpfes von *Sternoptyx*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 30.
„ 9. Laterales Organ des Rumpfes von *Sternoptyx*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 30.
„ 10. Drüsen- und Linsenzellen aus einem Organ der analen Gruppe von *Sternoptyx*. Vergr. 550.
„ 11. Drüsenzellen aus dem sekundären Organ der analen Gruppe von *Sternoptyx*. Vergr. 550.
„ 12. Querschnitt durch die Gruppe des Bauchkiels von *Sternoptyx*. Vergr. 30.
„ 13 u. 14. Querschnitt durch die anale Gruppe von *Sternoptyx*. Vergr. 30.

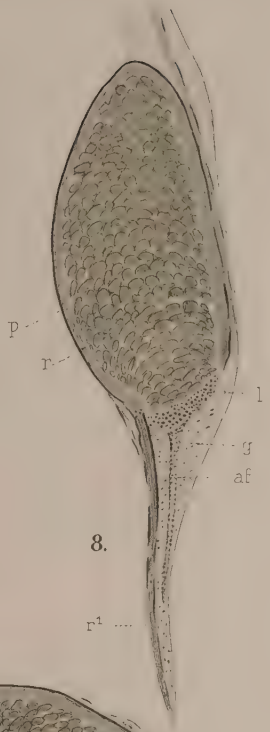
A Brauer del.

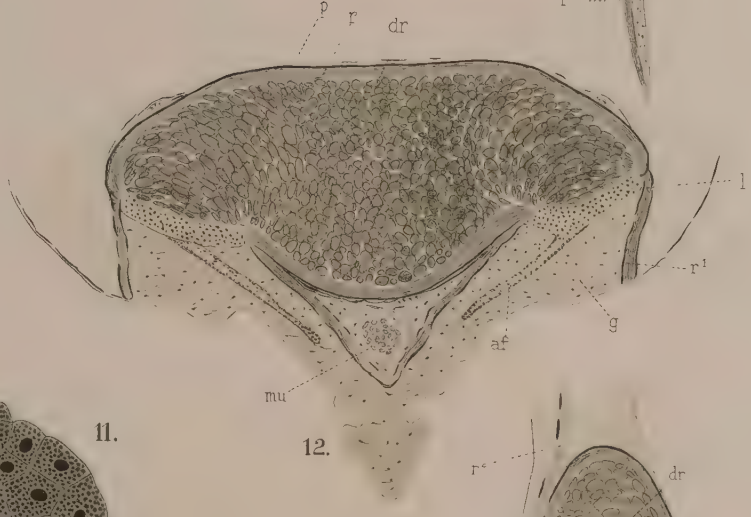
TA

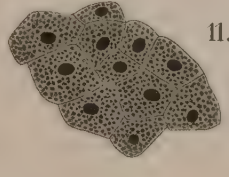
Fig. 1-3 Vinciguerria lucetia (Garm) – Fig. 4-7 Triplophos e

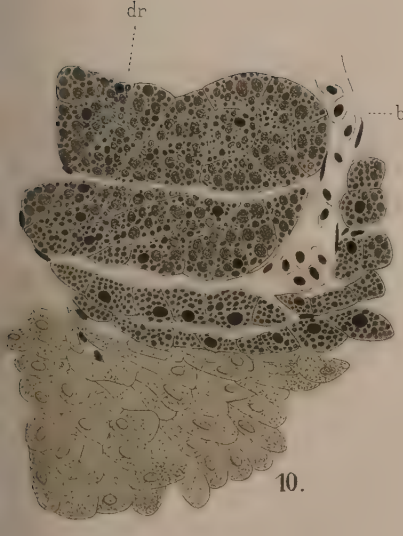
Verlag von

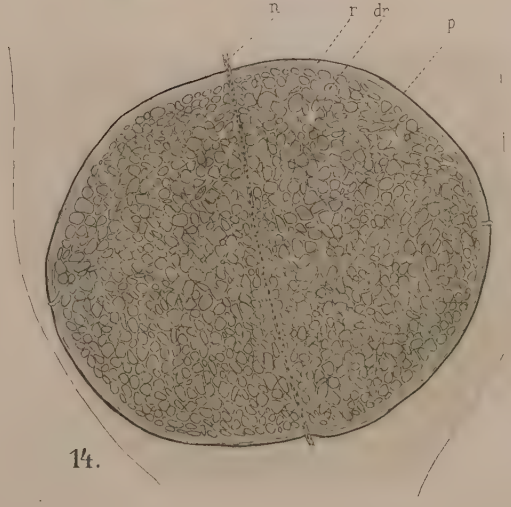


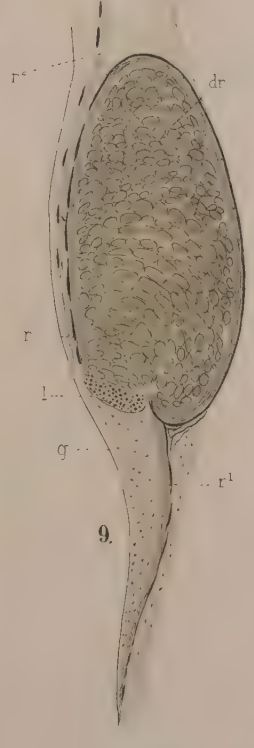












Br. *Fig.8-14 Sternoptyx diaphana Herm.*

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

Tafel XXIII.

Tafel XXIII.

Fig. 1—6 Leuchtorgane von *Sternoptyx diaphana* HERM., Fig. 7—14 Leuchtorgane von *Argyropelecus*.

Fig. 1. Orbitales Organ von *Sternoptyx*. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 70.
„ 2. Orbitales Organ von *Sternoptyx*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 30.
„ 3. Erstes Organ aus der analen Gruppe mit dem sekundären Organ von *Sternoptyx*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 70.
„ 4. Dasselbe von einem andern Exemplar. Vergr. 150.
„ 5. Präcaudale Gruppe eines 1 cm langen *Sternoptyx*. Sagittalschnitt durch den Rumpf. Vergr. 260.
„ 6. Ventrale Gruppe eines 2,9 cm langen *Sternoptyx*. Sagittalschnitt durch den Rumpf. Vergr. 150.
„ 7. Laterales Organ des Rumpfes von *Argyropelecus affinis* GARM. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 260.
„ 8. Anordnung der Organe der Gruppe des Bauchkiels von *Argyropelecus hemigymnus*. Vergr. 30.
„ 9. Orbitales Organ von *Argyropelecus affinis* GARM. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 70.
„ 10. Dasselbe. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 95.
„ 11. Dasselbe von *Argyropelecus hemigymnus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 95.
„ 12. Präcaudale Gruppe von *Argyropelecus affinis* GARM. Querschnitt durch den Schwanz. Vergr. 550.
„ 13. Entwicklungsstadium eines Organs von *Argyropelecus affinis* GARM. Vergr. 550.
„ 14. Entwicklungsstadium eines Organs von *Argyropelecus hemigymnus*. Vergr. 550.

TAF. XXIII.
Fig. 1-6 Sternoptyx diaphana Herm.– Fig. 7-14 Argyropelecus Cocco.

Tafel XXIV.

Tafel XXIV.

Fig. 1—8 Leuchtorgane von *Valenciennellus*, Fig. 9—15 Leuchtorgane von *Polyipnus spinosus* G.

Fig. 1. Ventrales operculares Organ von *Valenciennellus*. Vergr. 60.
„ 2. Gruppe der Organe auf der Branchiostegalmembran von *Valenciennellus*. Vergr. 20.
„ 3. Organ vom Isthmus von *Valenciennellus*. Querschnitt durch den Körper. Vergr. 150.
„ 4. Linsenzellen aus einem Organ von der Branchiostegalmembran von *Valenciennellus*. Vergr. 550.
„ 5. Drüsenzellen aus einem Organ von *Valenciennellus*. Vergr. 550.
„ 6. Anale Gruppe von *Valenciennellus*. Sagittalschnitt durch den Rumpf. Vergr. 260.
„ 7. Entwicklungsstadium eines Organs am Isthmus von *Valenciennellus*. Querschnitt durch den Körper. Vergr. 550.
„ 8. Orbitales Organ und Auge von *Valenciennellus*. Vergr. 20.
„ 9. Ventrales operculares Organ von *Polyipnus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 95.
„ 10. Teil eines Organs der ventralen Gruppe des Rumpfes von *Polyipnus*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 260.
„ 11. Die zwei ersten Paare von Organen aus der Gruppe des Bauchkiels von *Polyipnus*. Vergr. 8.
„ 12. Anale Gruppe von *Polyipnus*. Sagittalschnitt durch den Schwanz. Vergr. 30.
„ 13. Orbitales Organ von *Polyipnus*. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 30.
„ 14. Großes suborbitales Organ von *Polyipnus*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 30.
„ 15. Orbitales Organ von *Polyipnus*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 30.

TAF. XXIV.
Fig.1 - 8 Valenciennellus. - Fig.9 -15 Polyipnus.

Tafel XXV.

Tafel XXV.

Leuchtorgane von *Chauliodus Sloanei* Bl. u. Schn.

Fig. 1. Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes etwas vor der Bauchfläche. Querschnitt durch den Körper. Vergr. 135.

„ 2. Zellen des centralen und peripheren Teils des Linsenkörpers von einem Organ der ventralen Längsreihe des Rumpfes. Vergr. 490.

„ 3. Zellen des Linsenkörpers eines lateralen becherförmigen Leuchtorgans. Vergr. 490,

„ 4 u. 5. Entwicklungsstadien eines Organs der ventralen Reihe des Rumpfes und eines Organs der Branchiostegalmembran. Querschnitte durch den Körper. Vergr. 490.

„ 6. Kleinste Form der pigmentierten zusammengesetzten Organe. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 230.

„ 7 u. 8. Mittlere Form der pigmentierten zusammengesetzten Organe. Querschnitte durch den Rumpf. Vergr. 230.

„ 9. Unpigmentiertes Organ aus der Haut des Bauches. Vergr. 550.

„ 10. Barbel mit ihren Organen. Vergr. 60.

„ 11. Ende des ersten, stark verlängerten Strahles der Rückenflosse. Vergr. 20.

„ 12. Suborbitales Organ abgedreht. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.

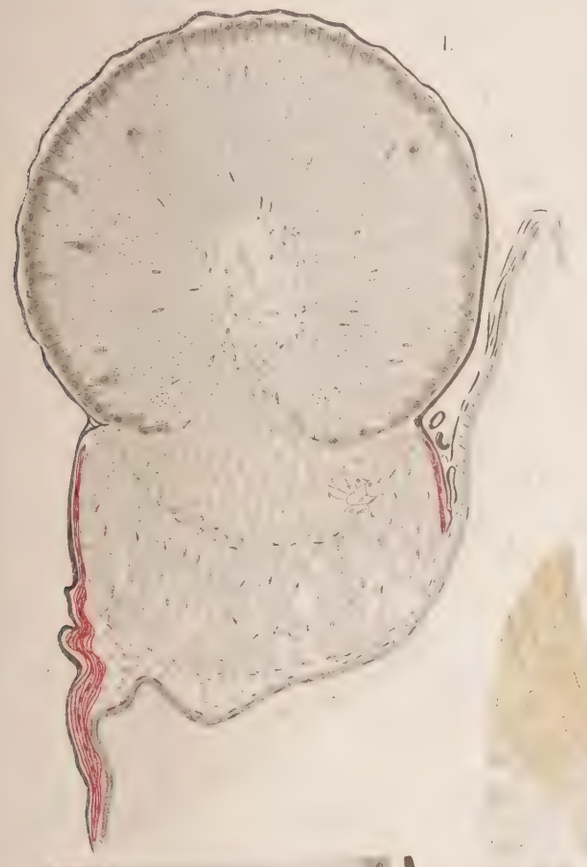
„ 13. Zellen des suborbitalen Organs. Länge des Tieres 19 cm. Vergr. 230.

„ 14. Suborbitales Organ eines noch nicht ausgewachsenen Tieres. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 490.

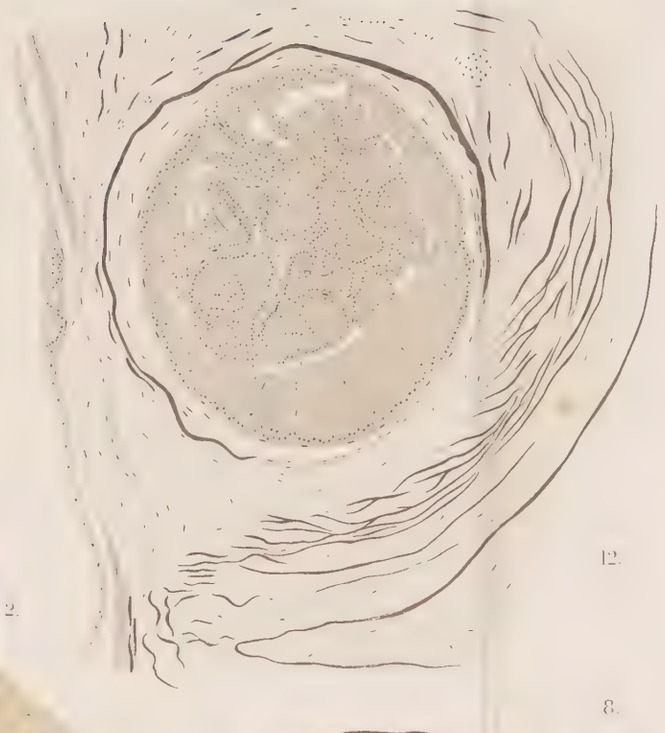
„ 15. Orbitales Doppelorgan. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 16. Orbitale Organe. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 17. Kleines becherförmiges orbitales Organ (= o^3 in Fig. 16). Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.


1.

2.

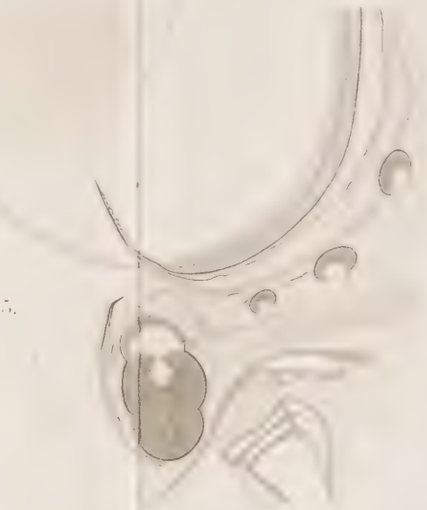

12.

4.

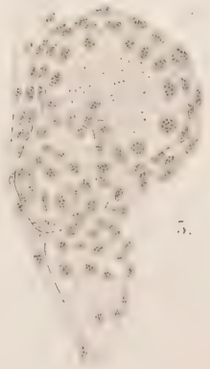
3.

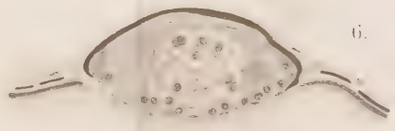
14.

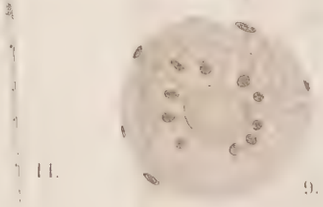
7.


15.

13.

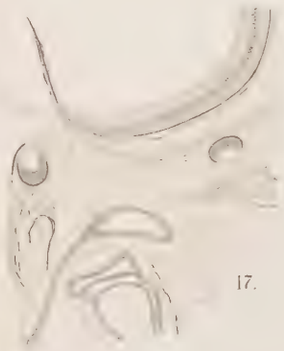

5.

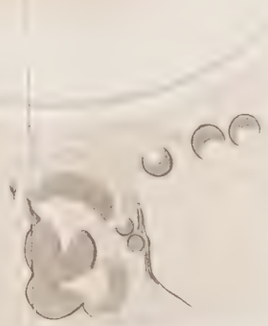

6.


11.

9.

10.


17.


16

TAF. XXV.
Fig.1-17 Chauliodus

Tafel XXVI.

Tafel XXVI.

Fig. 1—3 Leuchtorgane von *Chauliodus Sloanei* Bl. u. Schn., Fig. 4—7 Leuchtorgane von *Astronesthes elucens* A. Br., Fig. 8—13 Leuchtorgane von *Bathylychnus cyaneus* A. Br., Fig. 14—25 Leuchtorgane von *Idiacanthus fasciola* Pet.

Fig. 1. Das dem in Fig. 17, Taf. XXV dargestellten zunächst folgende, in Fig. 16 mit o^4 bezeichnete Organ vom Augenrande von *Chauliodus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.

„ 2. Dorsales operculares Organ von *Chauliodus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 3. Dasselbe. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 4. Organ aus der am Isthmus gelegenen Längsreihe von *Astronesthes*. Querschnitt durch den Körper. Vergr. 150.

„ 5. Grenzzone zwischen dem Drüsen- und Linsenkörper desselben Organs von *Astronesthes*. Vergr. 810.

„ 6. Postorbitales Organ von *Astronesthes*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.

„ 7. Orbitales Doppelorgan von *Astronesthes*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 8. Organ von der Branchiostegalmembran von *Bathylychnus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.

„ 9. Tütenförmiges Organ von *Bathylychnus* vom Oberkiefer. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 490.

„ 10. Drüsen- und Linsenzellen eines Organs von der Branchiostegalmembran von *Bathylychnus*. Vergr. 810.

„ 11. Orbitales Doppelorgan von *Bathylychnus*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.

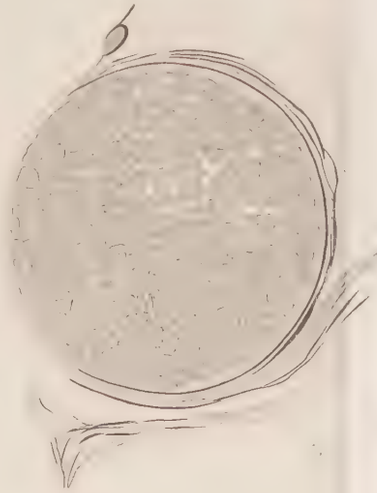
„ 12. Operculare Platte von *Bathylychnus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 490.

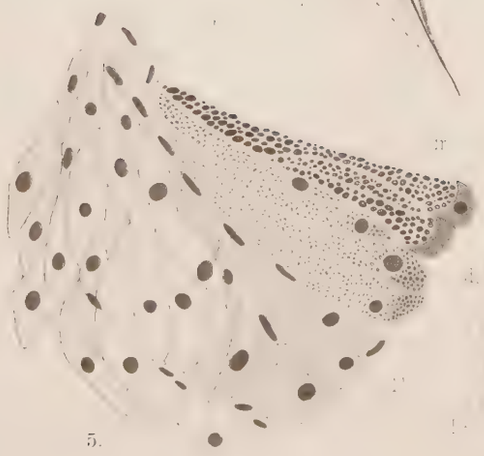
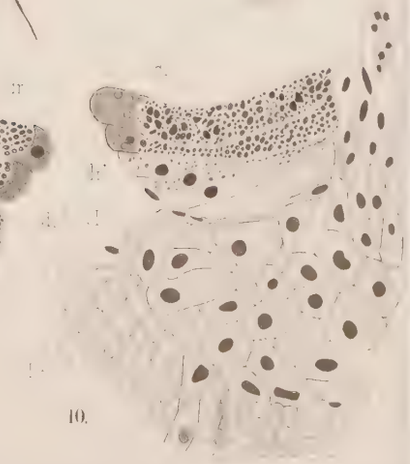
„ 13. Dieselbe Vergr. 27.

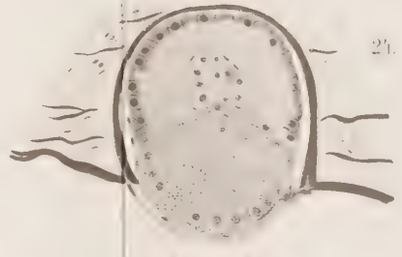
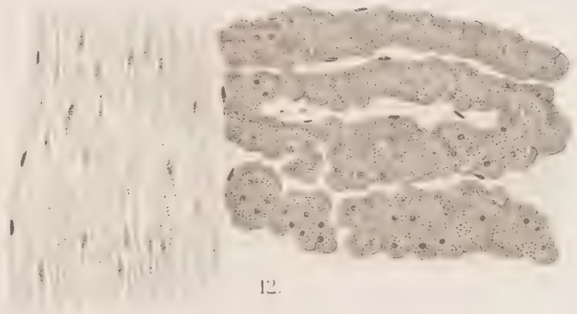
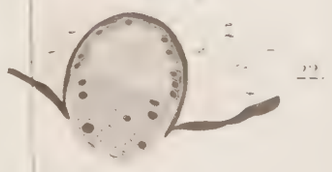
„ 14. Flaschenförmiges Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Idiacanthus*. Vergr. 60.

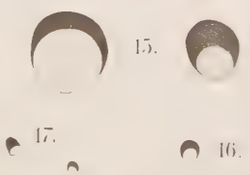
„ 15—17. Verschieden große becherförmige Organe von *Idiacanthus*. Vergr. 60.

„ 18—24. Schnitte durch verschieden große becherförmige Organe von *Idiacanthus*. Vergr. 230.





A.Brauer del.

TAF.XXVI.

Fig.1-3 Chauliodus Sloanei Bl u.Schn. - Fig.4-7 Astronesthes elucens A.Br.
Fig.8-13 Bathylychnus cyaneus A.Br. - Fig.14-25 Idiacanthus fasciola Pet.

Lith.Anst.v.A.Giltsch Jena

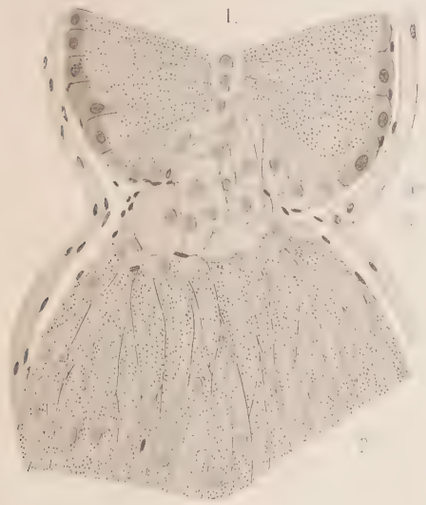
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Tafel XXVII.

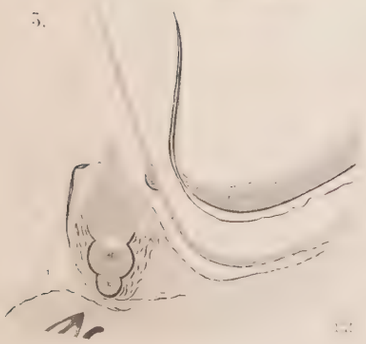
Tafel XXVII.

Fig. 1—14 Leuchtorgane von *Idiacanthus fasciola* Pet., Fig. 15—20 Leuchtorgane von *Dactylostomias ater* A. Br.

Fig. 1. Flaschenförmiges Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Idiacanthus*. Querschnitt durch den Körper. Vergr. 490.
„ 2. Orbitales Doppelorgan von *Idiacanthus*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 3. Dasselbe. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 4. Operculares Organ von *Idiacanthus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.
„ 5. Postorbitales Organ von *Idiacanthus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.
„ 6. Dasselbe. Vergr. 230.
„ 7. Organ in der Barbel von *Idiacanthus*. Sagittalschnitt durch die Barbel. Vergr. 230.
„ 8. Querschnitt durch die Barbel von *Idiacanthus*. Vergr. 135.
„ 9. Auge, orbitales und postorbitales Organ von *Idiacanthus*. Vergr. 10.
„ 10. Strahlen der Analflosse von *Idiacanthus*. Vergr. 20.
„ 11. Schwanzflosse mit Leuchtorganen von *Idiacanthus*. Vergr. 12.
„ 12. Die in Fig. 11 mit o^2 und o^3 bezeichneten Organe. Vergr. 490.
„ 13. Das in Fig. 11 mit o bezeichnete Organ. Vergr. 135.
„ 14. Das in Fig. 11 mit o^1 bezeichnete Organ. Vergr. 490.
„ 15. Kopf von *Dactylostomias*. Vergr. 10.
„ 16. Dorsale Wand der Mundhöhle von *Dactylostomias*. Vergr. 10.
„ 17. Becherförmiges Organ von *Dactylostomias*. Vergr. 490.
„ 18. Stück der Haut kurz vor der Bauchflosse von *Dactylostomias*. Vergr. 65.
„ 19. Flaschenförmiges Organ von der Branchiostegalmembran von *Dactylostomias*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 20. Flaschenförmiges Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Dactylostomias*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 230.

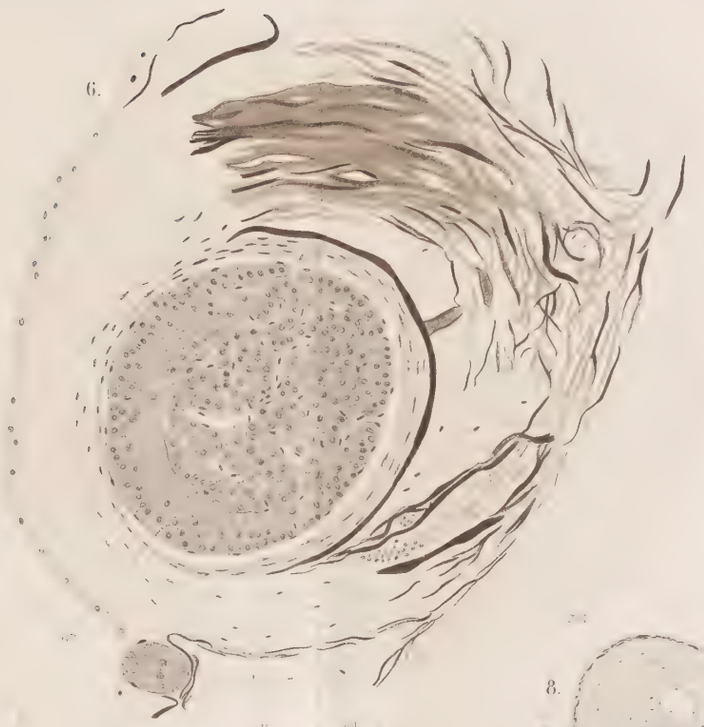

1.

2.

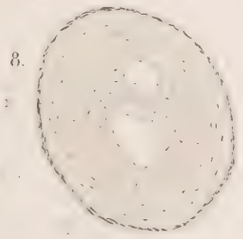

3.

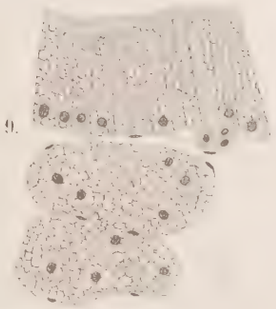
4.

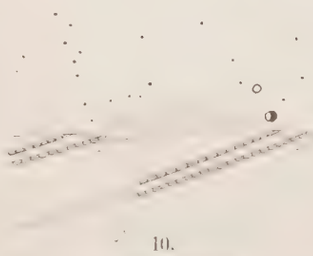
5.

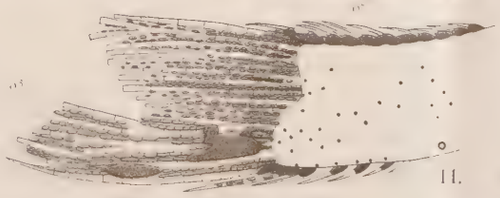

6.

7.

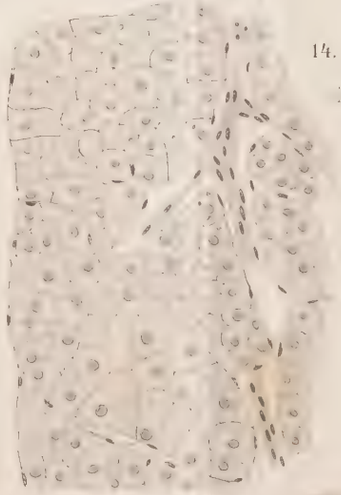

8.

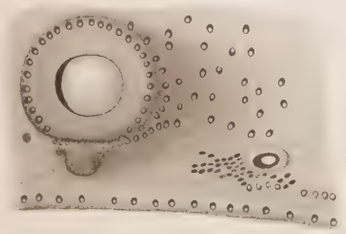

9.


10.


11.

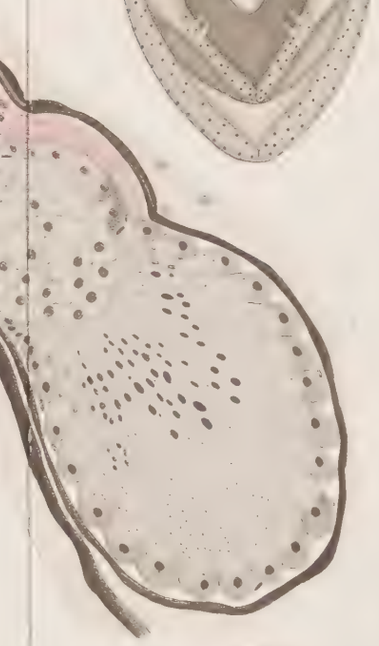
13.


14.


12.

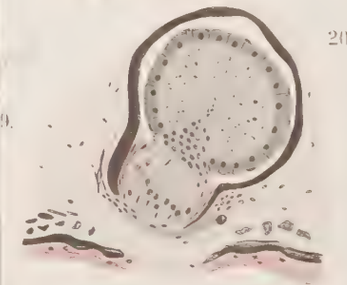
15.

16.


17.

18.

19.


20.

TAF. XXVII.

Fig.1-14 Idiacanthus fasciola Pet.- Fig.15-20 Dactylostomias ater A.Br.

Tafel XXVIII.

Tafel XXVIII.

Fig. 1—10 Leuchtorgane von *Dactylostomias ater* A. Br., Fig. 11—22 Leuchtorgane von *Malacosteus indicus* G., Fig. 23—27 Leuchtorgane von *Macrostomias longibarbatus* A. Br.

Fig. 1. Auge, orbitales, bandförmiges und suborbitales Organ von *Dactylostomias*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 2. Organe auf der Barbel von *Dactylostomias*. Vergr. 60.
„ 3. Ende der Barbel von *Dactylostomias*. Vergr. 60.
„ 4. Organe auf der Barbel von *Dactylostomias*. Vergr. 230.
„ 5 u. 6. Bandförmiges Organ von *Dactylostomias*. Querschnitt. Vergr. 230.
„ 7. Zellen desselben Organs. Vergr. 490.
„ 8. Zellen des postorbitalen Organs von *Dactylostomias*. Vergr. 490.
„ 9. Orbitales Organ von *Dactylostomias*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 10. Unpigmentierte Organe von *Dactylostomias*. Vergr. 490.
„ 11. Kopf von *Malacosteus*. Vergr. 6.
„ 12a—c. Kleine Organe in der Haut von *Malacosteus*. Vergr. 230.
„ 13. Becherförmiges Organ von *Malacosteus*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 230.
„ 14. Becherförmiges Organ von *Malacosteus*, andere Art. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 490.
„ 15 u. 16. Organ aus dem Augenkranz von *Malacosteus*. Vergr. 230.
„ 17. Orbitales Organ von *Malacosteus*. Querschnitt durch das Auge. Vergr. 60.
„ 18. Unpigmentiertes Organ aus der Haut des Bauches von *Malacosteus*. Vergr. 230.
„ 19. Suborbitales Organ von *Malacosteus*. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 50.
„ 20 u. 21. Drüsen- und Linsenkörper des suborbitalen Organs von *Malacosteus*. Vergr. 230.
„ 22. Postorbitales Organ von *Malacosteus*. Vergr. 490.
„ 23. Ende eines Strahls der Bauchflosse von *Macrostomias*. Vergr. 10.
„ 24. Hinterwand des Bulbus von *Macrostomias*. Vergr. 10.
„ 25. Auge, orbitales und postorbitales Organ von *Macrostomias*. Vergr. 10.
„ 26. Ende eines Strahls der Bauchflosse von *Macrostomias*. Sagittalschnitt. Vergr. 230.
„ 27. Orbitale Organe von *Macrostomias*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.

A.Brauer del. Lith. Anst.

TAF.XXVIII.

Fig.28 Dactylostomias indicus A.Br. - Fig.11-22 Malacosteus indicus G.
Fig.23 - 27 Macrostomias longibarbatus A.Br.

Tafel XXIX.

Tafel XXIX.

Fig. 1—21 Leuchtorgane von *Stomias Valdiviae* A. Br., Fig. 22—23 *Melanostomias melanops* A. Br., Fig. 24 *Dactylostomias*.

Fig. 1. Becherförmiges Organ von *Stomias*. Vergr. 80.
„ 2. Flaschenförmiges Organ von *Stomias*. Vergr. 80.
„ 3 u. 4. Kleine pigmentierte Organe von *Stomias*, Fig. 3 vom Kopf, Fig. 4 vom Bauch. Vergr. 230.
„ 5. Mittelgroßes becherförmiges Organ von *Stomias*. Vergr. 520.
„ 6. Flaschenförmiges Organ aus der ventralen Längsreihe des Rumpfes von *Stomias*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 230.
„ 7. Flaschenförmiges Organ von der Branchiostegalmembran von *Stomias*. Querschnitt durch die Membran. Vergr. 230.
„ 8. Großes becherförmiges Organ von *Stomias*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 520.
„ 9. Orbitales Doppelorgan von *Stomias*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 10 u. 11. Orbitale Organe von *Stomias*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 12. Unpigmentiertes Organ von *Stomias*. Vergr. 520.
„ 13. Organe auf der Brustflosse von *Stomias*. Vergr. 135.
„ 14. Barbel von *Stomias*. Vergr. 20.
„ 15. Sagittalschnitt durch das Barbelende von *Stomias*. Vergr. 135.
„ 16. Drüsenzellen aus dem postorbitalen Organ von *Stomias*. Vergr. 490.
„ 17—20. Drüsenzellen aus dem Organ der Barbel von *Stomias*. Vergr. 490.
„ 21. Querschnitt durch den proximalen Teil der Barbel von *Stomias*. Vergr. 230.
„ 22. Bauchflosse mit dem kugligen pigmentierten Organ von *Melanostomias*. Vergr. 3.
„ 23. Schnitt durch dieses Organ. Vergr. 60.
„ 24. Auge, bandförmiges und postorbitales Organ von *Dactylostomias*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.

A.Brauer del

TAF. XXIX.

Fig. 1-21 Stomias Valdiviae A.Br. - Fig. 22-23 Melanostomias melanops A.Br. - Fig. 24 Dactylostomias indicus A.Br.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Tafel XXX.

Tafel XXX.

Leuchtorgane der Gattung *Myctophum*.

Fig. 1 u. 2. Supraventrales Organ von *Myctophum punctatum*. Vergr. 60.
„ 3. Dorsales operculares Organ von *Myctophum punctatum*. Vergr. 60.
„ 4 u. 5. Thoracales Organ von *M. (Lampanyctus) alatum*. Vergr. 60.
„ 6. Thoracales Organ von *M. (Diaphus) Lütkeni*. Vergr. 30.
„ 7. Suprapectorales Organ mit Leuchtschuppe von *M. (Diaphus) Lütkeni*. Vergr. 20.
„ 8. Thoracales Organ von *Myctophum Benoiti Reinhardti*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 135.
„ 9. Pectorales Organ von *M. (Lampanyctus) alatum*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 135.
„ 10. Anales Organ von *M. (Lampanyctus) macropterum*. Horizontalschnitt durch den Schwanz. Vergr. 135.
„ 11. Wangenorgan von *M. (Lampanyctus) alatum*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 12. Ventrales Organ von *M. (Lampanyctus) lacerta*. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 230.
„ 13. Zwei anale Organe von *M. (Lampanyctus) longipes*. Horizontalschnitt durch den Schwanz. Vergr. 60.
„ 14. Dorsales operculares Organ von *M. (Diaphus) fulgens*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 15. Dorsales operculares Organ von *M. (Lampanyctus) alatum*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 16. Ventrales operculares Organ von *M. (Lampanyctus) longipes*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 17. Ventrales operculares Organ von *M. (Lampanyctus) alatum*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 490.
„ 18. Branchiostegalorgan von *Myctophum Benoiti Reinhardti*. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 19. Branchiostegalorgan von *M. (Diaphus) splendidum*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 20. Branchiostegalorgan von *M. (Diaphus) coeruleum*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 21. Antorbitales Organ von *Myctophum Benoiti*. Schiefer Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 22. Antorbitales Organ von *Myctophum laternatum*. Schiefer Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 23. Antorbitales Organ von *Myctophum Benoiti* (Messina). Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 24. Antorbitales Organ von *M. (Diaphus) Rafinesquei*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 25. Antorbitales Organ von *M. (Lampanyctus) Warmingi*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.
„ 26. Antorbitales Organ von *M. (Diaphus) elucens*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 27. Antorbitales Organ von *M. (Diaphus) splendidum*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.

TAF. XXX.

Fig. 1-27 Myctophum

Tafel XXXI.

Tafel XXXI.

Fig. 1—12 Leuchtorgane von *Myctophum*, Fig. 13—17 Leuchtorgane von *Neoscopelus macrolepidotus* Johns., Fig. 18—24 Tentakelorgan und Tentakel von *Gigantactis Vanhoeffeni* A. Br.

Fig. 1. Antorbitales Organ von *M.* (*Lampanyctus*) *longipes*. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.

„ 2. Dorsale präcaudale Leuchtplatte von *Myctophum Valdiviae*. Sagittalschnitt durch den Schwanz. Vergr. 135.

„ 3. Dorsale präcaudale Leuchtplatte von *Myctophum laternatum* ♂. Sagittalschnitt durch den Schwanz. Vergr. 60.

„ 4. Leuchtschuppen von *M.* (*Lampanyctus*) *longipes*. Sagittalschnitt durch den Schwanz. Vergr. 80.

„ 5. Leuchtschuppen von *M.* (*Lampanyctus*) *Warmingi* zwischen der Bauch- und Analflosse. Sagittalschnitt durch den Rumpf. Vergr. 80.

„ 6. Suprapectorales Organ mit der Leuchtschuppe von *M.* (*Diaphus*) *lacerta*. Schiefer Querschnitt durch den Körper. Vergr. 135.

„ 7. Dorsale präcaudale Leuchtplatte von *Myctophum laternatum*. Sagittalschnitt durch den Schwanz. Vergr. 810.

„ 8. Basalmembran, Reflektor und Pigmentmantel eines ventralen Organs von *M.* (*Diaphus*) *splendidum*. Vergr. 810.

„ 9. Zellen des Leuchtkörpers von *Myctophum Benoiti Reinhardti*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 810.

„ 10 u. 11. Zellen des Leuchtkörpers aus dem antorbitalen Organ von *M.* (*Diaphus*) *splendidum*. Vergr. 810.

„ 12. Zellen des Leuchtkörpers aus einem ventralen Organ von *M.* (*Diaphus*) *splendidum*. Vergr. 810.

„ 13. Große und kleine Leuchtorgane der medianen Längsreihe am Bauch von *Neoscopelus*. Vergr. 2.

„ 14. Große Organe vom Rumpf kurz vor der Bauchflosse von *Neoscopelus*. Sagittalschnitt durch den Rumpf. Vergr. 80.

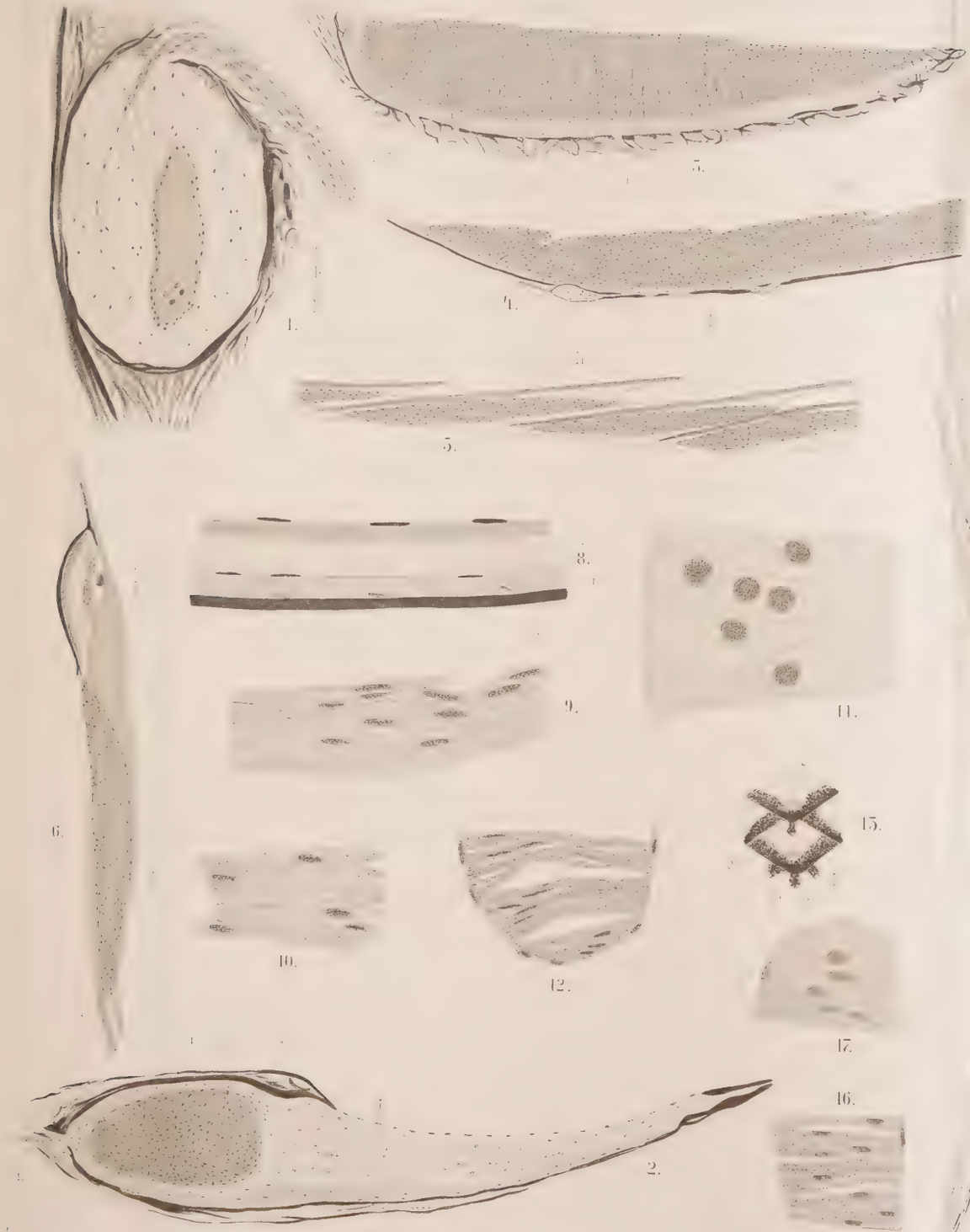
„ 15. Organ von der Zunge von *Neoscopelus*. Sagittalschnitt durch die Zunge. Vergr. 80.

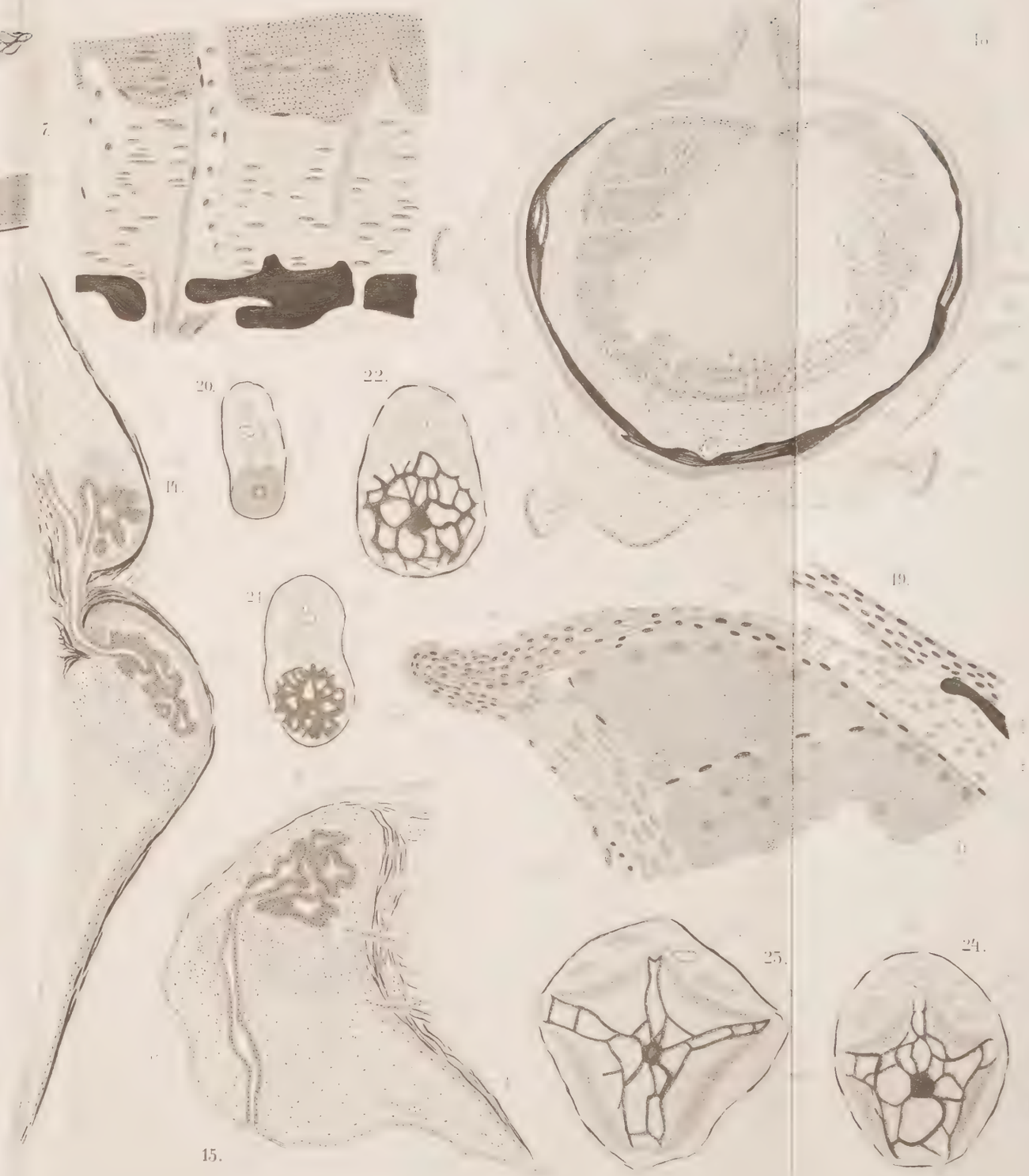
„ 16 u. 17. Zellen des Leuchtkörpers aus einem Rumpforgan von *Neoscopelus*. Vergr. 810.

„ 18. Tentakelorgan von *Gigantactis*. Querschnitt durch den Tentakel. Vergr. 135.

„ 19. Ein Teil desselben Organs. Vergr. 490.

„ 20—24. Querschnitte durch den Tentakel von *Gigantactis*. Vergr. 80.





A. Brauer del.

TAF. XXXI.

Fig. 1–12 Myctophum. – Fig. 13–17 Neoscopelus macrolepidotus Johns. Fig. 18–24 Gigantactis Vanhoeffeni A. Br.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Tafel XXXII.

Tafel XXXII.

Fig. 1—5 Tentakel, Fig. 6 Nachhirn von *Gigantactis Vanhoeffeni* A. Br., Fig. 7—8 Tentakel von *Oneirodes niger* A. Br., Fig. 9—16 Tentakelorgan, Tentakel und Knochenbau von *Halicmetus ruber* Alc., Fig. 17 Karunkel von *Ceratias Couesi* (Gill.), Fig. 18—22 Tentakel von *Lophius piscatorius* L.

Fig. 1—5. Querschnitte durch den Tentakel von *Gigantactis*. Fig. 1—3, Vergr. 80; Fig. 4, Vergr. 60; Fig. 5, Vergr. 27.

„ 6. Querschnitte durch das Nachhirn von *Gigantactis*. Vergr. 135.

„ 7 u. 8. Querschnitte durch den Tentakel von *Oneirodes*. Fig. 7, Vergr. 60; Fig. 8, Vergr. 135.

„ 9. Tentakelorgan von *Halicmetus*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.

„ 10. Drüsenzellen desselben Organs. Vergr. 490.

„ 11 u. 12. Querschnitte durch den Tentakel von *Halicmetus*. Fig. 11, Vergr. 135; Fig. 12, Vergr. 30.

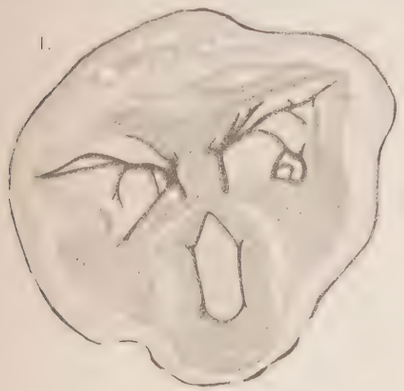
„ 13—16. Knochenbau bei *Halicmetus*. Fig. 13 Querschnitt durch die Wirbelsäule, Fig. 14 Stück vom Schädeldach, Fig. 15 Stück von einem Wirbel, Fig. 16 Basis des Schädels kurz hinter der Spitze der Chorda. Fig. 13 und 16, Vergr. 27; Fig. 14 und 15, Vergr. 230.

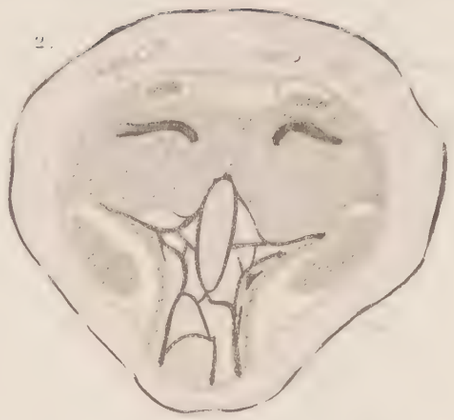
„ 17. Sagittalschnitt durch eine seitliche Karunkel von *Ceratias Couesi*. Vergr. 27.

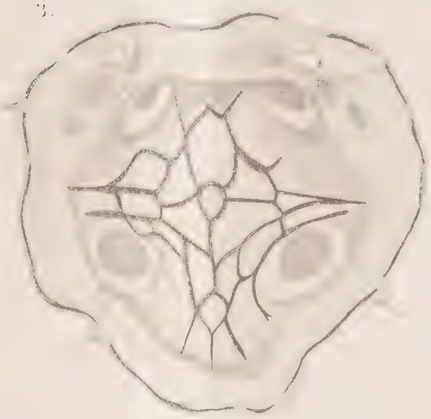
„ 18—20. Erster und zweiter Strahl der Rückenflosse von *Lophius*. Länge des Fisches 13 cm. Vergr. 3.

„ 21. Zweiter Strahl der Rückenflosse von *Lophius*. Vergr. 3.

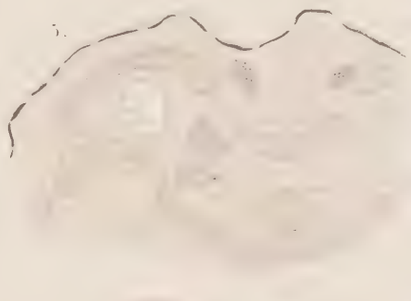
„ 22. Dritter Strahl der Rückenflosse von *Lophius*. Vergr. 3.

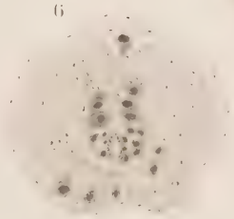

1.

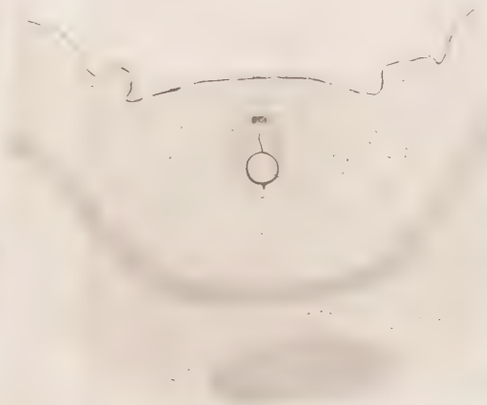

2.


3.

4.

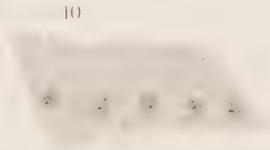

5.


6.

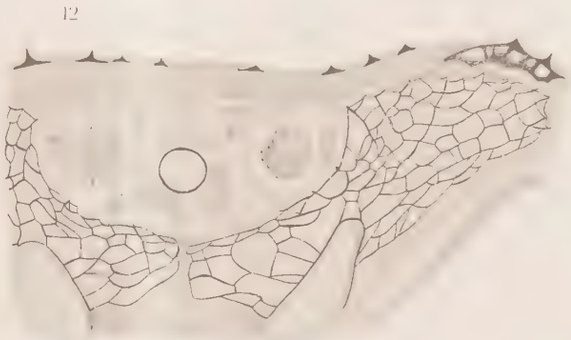

7.

8.

9.


10.

11.


12.

13.

14.

15.

16.

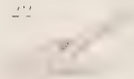
17.

18.

19.

20.

21.


22.

TAF.XXXII.

Fig.1-6 Gigantactis Vanhoeffeni A.Br.-Fig. 7-8 Oneirodes niger A.Br.-Fig. 9-16 Halicmetus ruber Alc. Fig.17 Ceratias Couesi (Gill).-Fig. 18-22 Lophius piscatorius L.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Tafel XXXIII.

Tafel XXXIII.

Fig. 1. Auge eines 1,1 cm langen *Myctophum spec.* Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 2. Auge eines 2,1 cm langen *Myctophum (Lampanyctus) indicum* A. Br. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 3. Auge eines 1,8 cm langen *Myctophum Humboldti* (Risso). Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 4. Dasselbe gebleicht. Vergr. 135.
„ 5. Auge eines 1,9 cm langen *Myctophum laternatum* Garm. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 6. Auge eines 2,25 cm langen *Myctophum (Lampanyctus) Warmingi* Lütk. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 7. Auge eines *Myctophum (Diaphus) splendidum* A. Br. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.
„ 8. Retina von *Setarches Güntheri* Alc. Trawl 977 m. Vergr. 810.
„ 9. Retina von *Macrurus pumiliceps* Alc. Trawl 500 m. Vergr. 810,
„ 10. Retina eines langen *Melamphaes suborbitalis* Garm. Vergr. 810.
„ 11. Retina von *Coloconger raniceps* Alc. Länge des Fisches 26,5 cm. Trawl 628 m. Vergr. 810.
„ 12. Retina von *Chauliodus Sloanei* Bl. u. Schn. Vergr. 810.
„ 13. Auge von *Dactylostomias indicus* A. Br. Länge des Fisches 3,75 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.
„ 14. Auge von *Malacosteus indicus* G. Länge des Fisches 8 cm. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.
„ 15. Dasselbe Auge. Vergr. 135.
„ 16. Dasselbe Auge. Pigmentepithel und Tapetum. Fig. 16a gebleicht. Vergr. 810.

Taf. XXXIII.

Fig. 1-7 Myctophum Rafin.; Fig. 8 Setarches Güntheri Alc.; Fig. 9 Macrurus pumiliceps Alc.; Fig. 10 Melamphaes suborbitalis Garm.; Fig. 11 Coloconger raniceps. Fig. 12 Chauliodus Sloanei Bl. u. Schn.; Fig. 13 Dactylostomias indicus A. Br.; Fig. 14-16 Malacosteus indicus G.

Tafel XXXIV.

Tafel XXXIV.

Fig. 1. Auge von *Stylophthalmus paradoxus* A. Br. Länge des Fisches 1,2 cm. Vergr. 60.
„ 2. Dasselbe. Länge des Fisches 1,4 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 3. Dasselbe. Horizontalschnitt durch den Kopf. Länge des Fisches 2,8 cm. Vergr. 135.
„ 4. Dasselbe. Retina. Vergr. 810.
„ 5. Dasselbe. Tapetumfasern. Vergr. 810.
„ 6 u. 7. Dasselbe. Querschnitt durch die muschelartige Erweiterung des Knorpelstiels. Vergr. 135.
„ 8. Auge von *Gonostoma elongatum* Günth. Länge des Fisches 3,2 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 9. Dasselbe. Retina. Vergr. 810.
„ 10. Auge von *Cyclothone microdon pallida* A. Br. Länge des Fisches 4,5 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.
„ 11. Auge von *Cyclothone signata* Garm. Retina. Vergr. 810.
„ 12. Auge von *Cyclothone obscura* A. Br. Länge des Fisches 4 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.
„ 13. Auge von *Halicmetus ruber* Alc. Länge des Fisches 4,4 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.
„ 13a. Retina desselben Auges. Vergr. 810.
„ 14. Auge von *Gigantactis Vanhoeffeni* A. Br. Länge des Fisches 3 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.
„ 15. Auge von *Oneirodes niger* (A. Br.). Länge des Fisches 1,3 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 16. Dasselbe. Retina. Vergr. 810.
„ 17. Auge von *Ceratias Couesi* (Gill.). Länge des Fisches 6,7 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.

Fig. 1-7 Stylophthalmus paradoxus A. Br.; Fig. 8-9 Gonostoma elongatum G.; Fig. 10-12 Cyclothone G. u. B.; Fig. 13 Haliemetus ruber Alc.; Fig. 14 Gigantactis A. Br.; Fig. 15-16 Oneirodes niger A. Br.; Fig. 17 Ceratias Couesi (Gill.

Tafel XXXV.

Tafel XXXV.

Fig. 1 u. 2. Auge von *Cetomimus Gilli* G. u. B. Länge des Fisches 4,8 cm. Querschnitte durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 3. Dasselbe. Linse. Vergr. 230.

„ 4. Dasselbe. Cornea und Retina. Vergr. 550.

„ 5—7. Auge von *Benthobatis Moresbyi* Alc. Länge des Fisches 44 cm. Längsschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.

„ 8. Dasselbe. Opticus, Retina. Vergr. 230.

„ 9 u. 10. Dasselbe. Retina. Vergr. 550.

„ 11 u. 12. Auge von *Barathronus affinis* A. Br. Länge des Fisches 4,8 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.

„ 13. Dasselbe. Pipmentepithel, gebleicht. Vergr. 135.

„ 14. Auge von *Evermannella atrata* (Alc.). Länge des Fisches 8,4 cm. Vergr. 8.

„ 15. Dasselbe. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.

„ 16 u. 17. Dasselbe. Retina. Vergr. 810.

„ 18. Dasselbe. Schutzwand. Vergr. 810.

Tafel XXXVI.

Tafel XXXVI.

Fig. 1. Auge eines 1,4 cm langen *Sternoptyx diaphana* Herm. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.

„ 2 u. 3. Dasselbe. Opticus. Querschnitt durch den Kopf. Länge des Fisches 1 cm. Vergr. 60.

„ 4. Retina von *Polyipnus spinosus* G. Länge des Fisches 6 cm. Vergr. 810.

„ 5 u. 6. Auge von *Diplophos taenia* G. Länge des Fisches 3,5 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 7. Dasselbe. Pigmentepithel mit Tapetum. Vergr. 810.

„ 8. Retina von *Triplophos elongatum* A. Br. Länge des Fisches 14,4 cm. Vergr. 810.

„ 9. Auge eines 1,3 cm langen *Vinciguerria lucetia* (Garm.). Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 10 u. 11. Auge eines 1,6 cm langen *Ichthyococcus ovatus* (Cocco). Querschnitte durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 12. Auge eines 4,5 cm langen *Ichthyococcus ovatus* (Cocco). Vergr. 5.

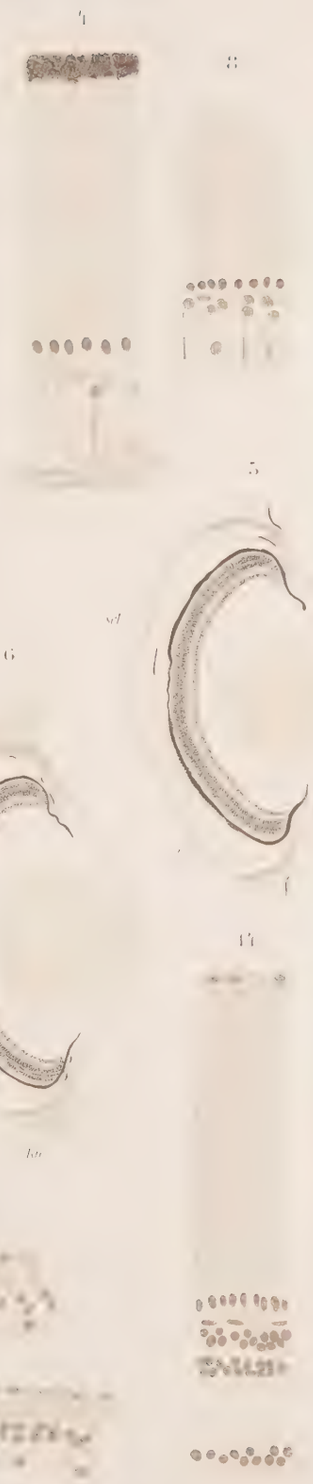
„ 13. Auge eines 1,7 cm langen *Ichthyococcus ovatus* (Cocco). Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

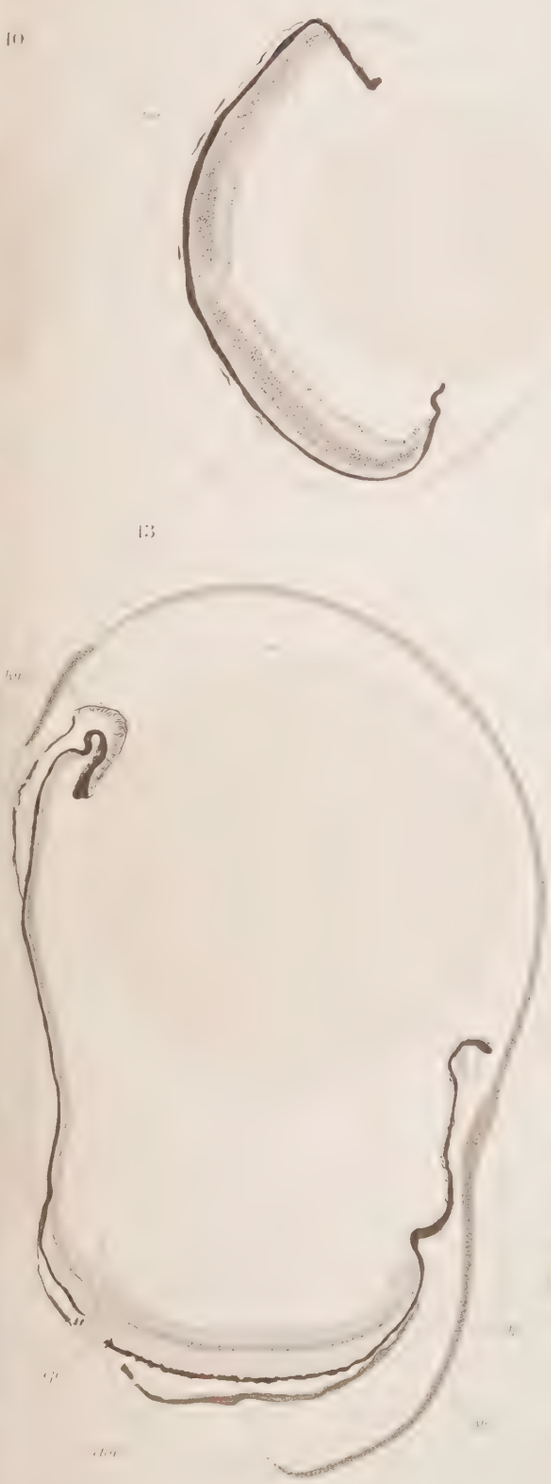
„ 14. Dasselbe. Hauptretina. Vergr. 810.

„ 15. Dasselbe. Nebenretina. Vergr. 810.

„ 16. Auge eines jungen 1,5 cm langen, nicht bestimmbaren Fisches. Vergr. 30.

„ 17. Dasselbe. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.





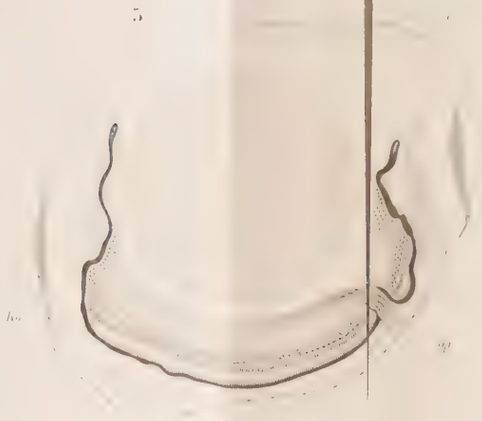
Taf. XXXVI.

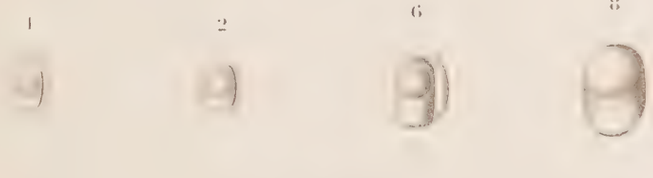
Fig. 1-3 Sternoptyx diaphana Herm.; Fig. 4 Polyipnus spinosus G.; Fig. 5-7 Diplophos taenia G.; Fig. 8 Triplophos A. Br.; Fig. 9 Vinciguerria lucetia (Garm.); Fig. 10-17 Ichthyococcus ovatus Cocco.

Tafel XXXVII.

Tafel XXXVII.

Fig. 1 u. 2. Augen eines 0,5 und 0,55 cm langen *Argyropelecus*. Vergr. 10.
„ 3 u. 4. Augen eines 0,55 cm langen *Argyropelecus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 5. Dasselbe. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 6. Auge eines 0,8 cm langen *Argyropelecus*. Vergr. 10.
„ 7. Dasselbe. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 8. Auge eines 1,05 cm langen *Argyropelecus*. Vergr. 10.
„ 9. Auge eines 0,75 cm langen *Argyropelecus*. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 10. Auge eines 2,7 cm langen *Argyropelecus hemigymnus* Cocco. Vergr. 10.
„ 11. Dasselbe, von der medialen Seite aus gesehen.
„ 12. Dasselbe. Retraktor; laterale Wand entfernt.
„ 13. Dasselbe. Von der temporalen Seite aus gesehen.
„ 14. Dasselbe. Von der nasalen Seite aus gesehen.
„ 15. Dasselbe. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 16. Hauptretina von *Argyropelecus affinis* Garm. Vergr. 810.
„ 17. Dasselbe Auge. Nebenretina am Irisrand. Vergr. 810.
„ 18. Dasselbe. Nebenretina auf der Mitte der medialen Wand. Vergr. 810.





Taf. XXXVII.
Fig. 1-18 Argyropelecus Cocco

Tafel XXXVIII.

Tafel XXXVIII.

Fig. 1. Auge von *Evermannella balbo* (Risso). Länge des Fisches 6,5 cm. Vergr. 5.
„ 2. Augen von *Evermannella indica* A. Br. Länge des Fisches 2,05 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 30.
„ 3. Dasselbe. Vergr. 80.
„ 4. Auge von *Evermannella indica* A. Br. Länge des Fisches 3,25 cm. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 5 u. 6. Auge eines jungen 1,7 cm langen *Bathytroctes rostratus*. Vergr. 20.
„ 7. Dasselbe. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.
„ 8. Fovea desselben Auges. Vergr. 810.
„ 9. Nebenretina nahe der Eintrittsstelle des Opticus. Vergr. 810.
„ 10 u. 11. Kopf von *Dolichopteryx anascopa* A. Br. Länge des Fisches 3,475 cm. Vergr. 7.
„ 12. Rechtes Auge desselben Fisches, von der medialen Seite aus gesehen. Vergr. 10.
„ 13. Hauptretina desselben Auges. Vergr. 810.
„ 14. Nebenretina desselben Auges. Vergr. 810.

Taf. XXXVIII
Fig. 1 Evermannella balbo (Risso), Fig. 2-4 Evermannella indica A. Br.; Fig. 5-9 Bathytroctes rostratus G.; Fig. 10-14 Dolichopteryx A. Br.

Tafel XXXIX.

Tafel XXXIX.

Fig. 1. Auge von *Dolichopteryx anascopa* A. Br. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 2. Retractor lentis desselben Auges. Vergr. 230.
„ 3—9. Nebenretina desselben Auges an der lateralen Wand. Querschnitte durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 10 u. 11. Auge eines 0,7 cm langen *Dissomma anale* A. Br. Vergr. 20.
„ 12—14. Auge eines 2,1 cm langen *Dissomma anale* A. Br. Vergr. 20.
„ 15. Auge eines 2,3 cm langen *Dissomma anale* A. Br. Vergr. 20.
„ 16 u. 17. Auge eines 2,8 cm langen *Dissomma anale* A. Br. Vergr. 20.
„ 18. Auge eines 0,7 cm langen *Dissomma anale* A. Br. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 19. Dasselbe Auge. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 135.
„ 20. Auge eines 2,8 cm langen *Dissomma anale* A. Br. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.
„ 21. Wie Fig. 20. Vergr. 135.
„ 22. Rechtes Auge von *Leptocephalus mirabilis* A. Br. Vergr. 30.

Taf. XXXIX.

Fig. 1-9 Dolichopteryx A. Br.; Fig. 10-12 Dissomma A. Br.; Fig. [illegible] Leptocephalus mirabilis A. Br.

Tafel XL.

Tafel XL.

Fig. 1. Teil der Nebenretina eines 2,1 cm langen *Dissomma anale* A. Br. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 230.

„ 2. Auge eines 2,8 cm langen *Dissomma anale* A. Br. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 80.

„ 3 u. 4. Nebenretina desselben Auges. Vergr. 230.

„ 5. Linsenpolster desselben Auges. Vergr. 230.

„ 6 u. 7. Rechtes Auge von *Opisthoproctus soleatus* Vaill. Länge des Fisches 5,2 cm. Vergr. 6.

„ 8. Dasselbe. Querschnitt durch den Kopf. Vergr. 27.

„ 9. Hauptretina desselben Auges. Vergr. 810.

„ 10. Nebenretina desselben Auges. Vergr. 810.

Tafel XLI.

Tafel XLI.

Fig. 1—9 u. 11. Nasale Wand des Auges von *Opisthoproctus soleatus* Vaill. Sagittalschnitte durch den Kopf. Fig. 4, Vergr. 20; die übrigen Vergr. 27.

„ 10. Ausgebuchtete Nebenretina desselben Auges. Vergr. 260.

„ 12a u. b. Rechtes Auge von *Winteria telescopa* A. Br. Länge des Fisches 11,25 cm. Vergr. 4.

„ 13. Hauptretina desselben Auges. Vergr. 810.

„ 14. Nebenretina an der ventralen Wand desselben Auges. Vergr. 810.

„ 15. Ausgebuchtete Nebenretina desselben Auges. Vergr. 810.

„ 16 u. 17. Laterale Wand desselben Auges. Schiefer Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 20.

Taf. XLI.
Opisthoproctus Vail'.; Fig. 11-17 Winteria A. Br.

Tafel XLII.

Tafel XLII.

Fig. 1—15. Laterale Wand des rechten Auges von *Winteria telescopa* A. Br. Schiefer Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 20.

„ 16. Ausgebuchtete Nebenretina desselben Auges. Vergr. 95.

„ 17. Mediale Wand desselben Auges. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 20.

„ 18. Kopf von *Gigantura indica* A. Br. Länge des Fisches 5,5 cm. Vergr. 9.

„ 19—21. Ventrale Wand des rechten Auges von *Gigantura*. Sagittalschnitt durch den Kopf. Vergr. 60.

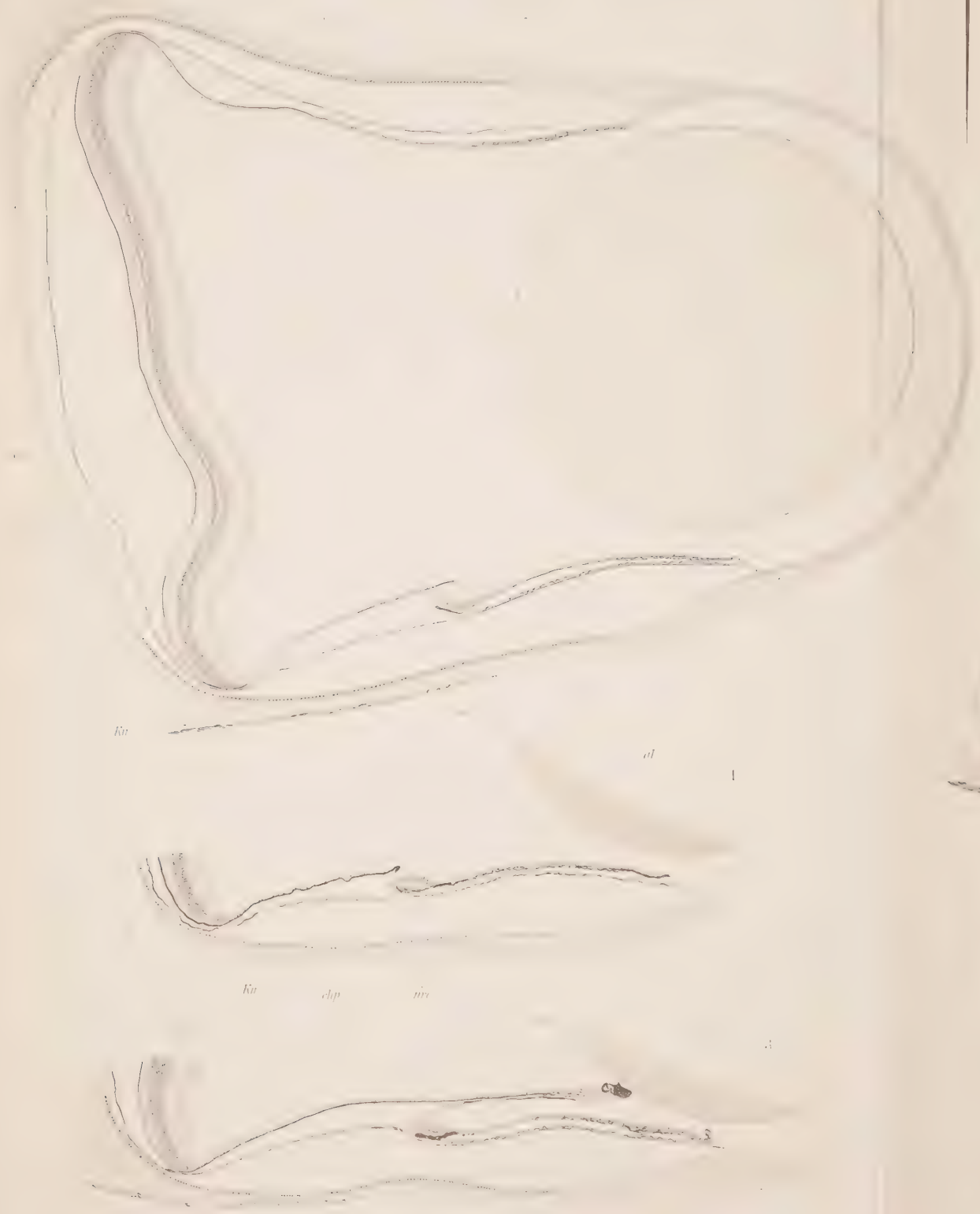
Fig. 1-17 Winteria A. Br.; Fig. 18-21 Gigantura A. Br.

Tafel XLIII.

Tafel XLIII.

Fig. 1—8. Ventrale Wand des rechten Auges von *Gigantura Chuni* A. Br. Sagittalschnitte durch den Kopf. Fig. 2, 3, 7 Vergr. 70; die übrigen Vergr. 60.

„ 9. Mediale Wand desselben Auges. Horizontalschnitt durch den Kopf. Vergr. 70.

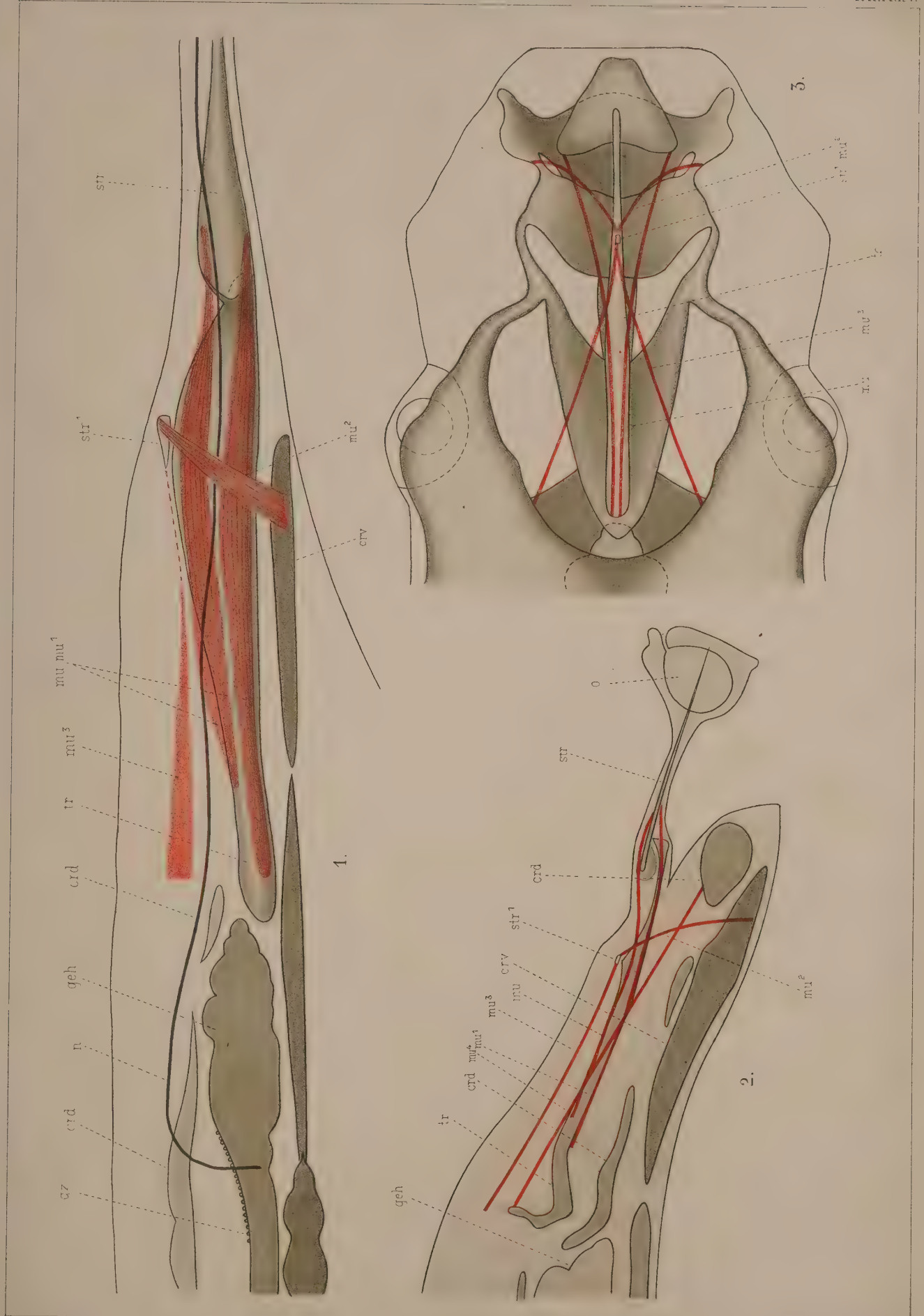


Taf. XLIII.
Fig. 1 u. Gigantura A. Br.

Tafel XLIV.

Tafel XLIV.

Fig. 1. Rekonstruktion des Tentakels von *Gigantactis*.
„ 2 u. 3. Rekonstruktion des Tentakels von *Oneirodes*.



A. Brauer del.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

TAF. XLIV.

Fig. 1 Gigantactis Vanhoeffeni A. Br. – Fig. 2 und 3 Oneirodes niger A. Br.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS